Untersuchungen über die Ursachen der Abänderung der Pflanzen

von

Franz Krašan.

Inhalt: Der Springrüssler und seine formbildende Thätigkeit im Eichenwalde. — Durch Gallmilben inducirte Eigenschaften der Pflanzen. — Erblichkeit gewisser Missbildungen im Pflanzenreiche. — Dichotypie der Blätter bei der amerikanischen Weißfichte. — Physikalische Agentien. — Schuttmoränen im oberen Savethal und ihre alpine Vegetation; Umkehrung der Vegetationszonen daselbst und ihre Ursachen. — Der Gegensatz der Temperatur im Frühjahr zwischen der Oberfläche und jener Bodenschichte, bis zu welcher die Wurzeln dringen, ist für die Gestaltung der Pflanzen von der größten Bedeutung. — Wahrscheinliche (physiologische) Wirkung der elektrischen Influenz, welche die Sonne ausübt. — Glaucescenz der Fichte, Lärche und gemeinen Kiefer. — Förderliche Wirkung des Kalkbodens auf den Wuchs der Fichte unter Ausschließung der Glaucescenz. — Verkürzung des Blattes bei der gemeinen Fichte. — Die entgegengesetzten Einflüsse des homothermischen und des heterothermischen Bodens manifestiren sich deutlich auch an mehreren perennirenden Stauden der südöstlichen Kalk- und Dolomitalpen. — Formenreihe des *Dianthus Sternbergii* und des *D. monospessulanus;* verwandtschaftliche Beziehungen der beiden Arten. — Recente Schöpfungsherde. — *Parnassia palustris* und ihr Verhalten zur Temperatur des Bodens. — Zusammenfassung der Ergebnisse mit Hinweisung auf die eigenartigen bodenklimatischen Verhältnisse Innerasiens.

Den Sommer des vorigen Jahres habe ich zu einer Reihe von Beobachtungen verwendet, von denen ich die Lösung der in meiner Abhandlung »Über die Bedeutung der gegenwärtigen Verticalzonen der Pflanzen etc. (Botan. Jahrb. IV. Bd., 3. Heft) angedeuteten Fragen der Pflanzengeschichte zu erhoffen wagte. Kann ich nun auch nicht behaupten, dass jetzt schon dieses Ziel erreicht ist, eingedenk der Worte des römischen Dichters: »Audiit et voti Phoebus succedere partem mente dedit, partem volucres dispersit in auras« (Verg. Aen. XI, 794), so glaube ich doch in manchen Punkten einen Schritt näher zur Wahrheit gethan zu haben. Ja, für die so räthselhafte Erscheinung bei unseren Eichen, dass dieselben nämlich in gewissen Gegenden eine alle fassbaren Grenzen überschreitende Vielgestaltigkeit zeigen, so zwar, dass bisweilen selbst die einzelnen Zweige, Blätter, Früchte, eines und desselben Baumes einander gar nicht gleichen, hat sich, wenigstens soweit diese Anomalie auf Megalo- und Pachyphyllosis beruht, früher als ich gehofft hatte, eine (wie ich glaube) befriedigende Erklärung gefunden.

Es war Mitte Juni, als ich bei Anblick einiger Eichenbüsche von *Q. sessiliflora* auf dem Rosenberge nächst Graz die Wahrnehmung machte, dass einzelne Blätter eine abnorme Größe und Form hatten; bei näherer Untersuchung erschienen sie mir auch merklich dicker als andere desselben Zweiges und hatten sehr breite, abgerundete Lappen. Aber unmittelbar darunter erblickte ich andere, zwar nicht so große, aber noch mehr deformirte Blätter: diese waren kraus, hatten eine stark zurückgebogene Mittelrippe und waren noch dicker und steifer als die durch ihre ungewöhnliche Größe auffälligen. Die Mittelrippe war an mehreren Stellen mit Narben besetzt, die zweifelsohne von einer Verletzung durch ein Insekt herrührten. Dort wo die Wundmale nicht ganz vernarbt waren, erwiesen sie sich als 1—4 mm. lange Grübchen.

Dass diese Verletzungen die Ursache der beschriebenen Deformation der Blätter waren, erschien mir auf den ersten Blick klar; aber welches Insekt mochte dies verschuldet haben? Natürlich begann in den nächsten Tagen ein fleißiges Klopfen an den Eichenbüschen und Ästen, und siehe da: mehrere Arten von Otiorhynchus, Phyllobius und Schnabelkerfen, Ohrwürmer, Raupen, Motten und viel anderes Gewürm wurde erbeutet; aber bald hätte ich einige winzige, bräunlich graue Käferchen übersehen, die, wenn man sich ihnen mit der Hand nähert, nach Art der Heuschrecken oder Erdflöhe davon springen, wesshalb ich sie auf den ersten Blick für noch ganz junge Heuschreckenlarven hielt; als sie aber gegen Ende Juni immer häufiger wurden, schenkte ich ihnen mehr Aufmerksamkeit und überzeugte mich, dass ich es mit dem auf Eichen lebenden Springrüssler — Orchestes quercus L. — zu thun hatte, der dieses Jahr auf dem Rosenberge in erschreckender Menge aufgetreten ist.

Noch deutlicher zeigten sich die Spuren der verderblichen Thätigkeit dieses unscheinbaren, kaum 3 mm. langen und $2^1/_2$ mm. breiten Käfers auf der Stieleiche; denn der erste Trieb derselben wurde durch das Eingreifen des Insektes geradezu sistirt, nachdem die ersten Blätter zum Behufe des Eierlegens von den Weibchen im Mai angestochen worden waren. Diese ersten Blätter erscheinen infolge der mehrfachen Verletzungen rückwärts an der Mittelrippe mehr oder weniger kraus, je nach dem Grade der Beschädigung, erreichen kaum die halbe Normallänge, wiewohl sie in Breite etwas besser wachsen; meist sind sie mit ihren breiten Lappen stark umgebogen und mit der Spitze nach rückwärts gerollt; dazu werden sie mit der Zeit dicker und steifer als normale Blätter. In dichten Büscheln und förmlichen Quasten stehend, geben sie dem Baume ein fremdartiges Ansehen.

Hat der Mutterkäfer mit seinem bogenförmigen Rüssel die Mittelrippe angestochen, so schiebt er mit demselben ein Ei in die Stichwunde, wie es auch andere Rüssler zu thun pflegen, und wiederholt dies Manöver einige Male. Die Made entwickelt sich rasch, und nachdem sie ca. 2 Wochen

lang in ihrer Wiege minirend zugebracht, verlässt sie dieselbe, um in der Erde ihre weitere Verwandlung durchzumachen.

Kaum hat die Käferlarve ihren Fraß eingestellt, so beginnt rasch (im Juni) ein zweiter Trieb: es erscheinen unmittelbar über dem letzten verstümmelten Blatt 1 oder 2, seltener 3 neue Blätter, aber diese werden bald ungewöhnlich groß, bisweilen 20 bis 24 cm. lang und 14 bis 18 cm. breit, mit sehr breiten, abgerundeten Lappen, in ihrer Form gleichen sie wenig oder gar nicht den gewöhnlichen. Auch diese Blätter werden mit der Zeit dicker und steifer als sonst. Von da an folgt ein dritter, aber gesunder und, wenigstens was die Form anbelangt, normaler Schub, indem sich aus der noch offenen Triebknospe im Laufe des Juli und August (beginnend zum Theile schon im Juni) eine Reihe von typisch gestalteten Blättern von gewöhnlicher Größe entwickelt, wobei der Trieb bis zu einer Länge von 10 bis 40 cm. auswächst. So kommt es, dass man im Sommer auf ein und demselben Zweige dreierlei Blätter sieht.

Nun kommen mir die mannigfachen Formen der Winter- und Flaumeiche, die ich auf den Kalkbergen von Tüffer (in Südsteiermark) so oft beobachtet habe, von denen besonders eine, der *Q. brachyphylla* Kotschy nächst stehend, durch Megalo- und Pachyphyllosis ausgezeichnet ist, in Erinnerung. Ich kann sie in Analogie mit den hier geschilderten Erscheinungen nur als eine durch den Insektenstich afficirte nördliche Form der so vielgestaltigen *Q. pubescens* Willd. betrachten, wiewohl ich keine Verletzungen an den Blättern wahrgenommen habe.

Ich nehme an, dass die dort seit undenklichen Zeiten heimische (wahrscheinlich autochthone) Flaumeiche viele Jahre hindurch von dem Springrüssler befallen wurde, der die oben beschriebenen Anomalien verursachte. Dafür, dass die Blätter in einem rosettenförmigen Büschel am Ende der Zweige dicht gedrängt beisammen stehen (wie bei der echten *Q. brachyphylla*), während der Zweig darunter eine ziemliche Strecke blattlos ist, wüsste ich dann keinen anderen Grund anzugeben als den, dass ursprünglich diese Lücke durch jene verunstalteten krausen Blätter, welche das Insekt im Frühjahre beschädigt hatte, ausgefüllt war, die Pflanze aber noch immer, nachdem schon lange das Insekt aus der Gegend verschwunden, den Nachwirkungen der ursprünglich inducirten Bildungsrichtung unterworfen ist, d. h. dass sie es an der Stelle, wo die Blätter des Maitriebes stehen sollten, zu keiner Blattbildung bringt, weil sie in diesem Vorgange durch zu viele Generationen hindurch gehindert oder wesentlich gestört worden ist, bis ihr die neuen abnormen Wachstumsverhältnisse, wie infolge von Angewöhnung, habituell geworden sind.

Vermuthete ich anfangs, dass ein guter Theil solcher Wirkungen einer Infection der Pflanzensäfte durch die beim Stiche oder beim Fraß ausgeschiedenen Mundsäfte des Insektes zugeschrieben werden müsse, so gelangte ich bei reiflicherer Erwägung, meine sonstigen Beobachtungen über

den Wuchs mechanisch beschädigter Eichen zu Rathe ziehend, allmählich zur Überzeugung, dass es nicht nöthig ist, eine Infection anzunehmen, dass vielmehr eine bloße Störung des gewöhnlichen Wachstums genügt, und darin bestärkt mich auch eine Bemerkung des Herrn K. WILHELM: »Die am 7. Juni entblätterten Stämmchen (mehrerer Eichen) hatten sich bis zum 10. Juli vollständig neu begrünt, das eine sogar so kräftig, dass es sich von anderen, nicht entlaubt gewesenen kaum unterschied. Vornehmlich waren die am oberen Theile der Frühjahrstriebe befindlichen Knospen zur Entwicklung gelangt. Im Wipfel hatten sich auf diese Weise ansehnliche Langtriebe gebildet, welche große, ungewöhnlich geformte Blätter trugen [1])«.

Nach so unzweideutigen Indicien einer fast unmittelbaren Einwirkung des Insektenstiches (und überhaupt der Verletzung durch Insekten) auf die Gestaltung der Eiche konnte ich nicht mehr der Versuchung widerstehen zu untersuchen, wie weit solche Eingriffe auch die Wachstums- und Gestaltungsvorgänge anderer Pflanzen beeinflussen. Denn es war mir erinnerlich, dass von einem mir nicht genauer bekannten Insekt angestochene Ovarien der *Campanula persicifolia* einen Haarüberzug (etwas steife, abstehende weiße Haare, bald spärlich, bald in reichlicher Menge) entwickeln, dass ferner die in der Gipfelknospe von *Veronica Chamaedrys* und vielen anderen Pflanzen lebenden Cecidomyien-Larven gewisse Entartungen mit reichlicher Trichombildung verursachen.

Besonders häufig finden sich von Gallmilben erzeugte Deformationen — Phytoptocecidien — auf verschiedenen Pflanzen. Eine genauere Kenntniss dieser, wie ich glaube, auch für die Pflanzengeschichte sehr wichtigen Gebilde wurde durch die Untersuchungen des Herrn FRIEDR. THOMAS, des verewigten H. GEORG Ritter v. FRAUENFELD und besonders in letzterer Zeit durch die sehr schätzenswerthen Forschungen des Herrn Dr. FRANZ LÖW, deren Resultate in den Verhandl. der k. k. zoologisch-botan. Gesellschaft niedergelegt sind, angebahnt.

Fast alle Gestaltungsformen des Stengels, der Äste, Zweige, des Blattes und der Epidermis, die wir als artkennzeichnende Merkmale in der Systematik der Pflanzen kennen, sind an den Phytoptocecidien vertreten, freilich die meisten in krankhaft gesteigertem Übermaß und größtentheils nur örtlich an ein und dem anderen bestimmten Pflanzentheile, so dass sie in solchen Fällen keinen erblichen Bestand und daher auch keinen formbildenden Einfluss haben können. Allein es fehlt nicht an Vorkommnissen, wo einzelne Formabweichungen, wenn auch entschieden durch Phytoptus, Cecidomyien oder andere Insekten inducirt, sei es nun eine andere Verzweigung des Stengels, eine Kräuselung, Runzelung, Fransung, Zertheilung des

---

1) Verdoppelung des Jahresringes. Berichte der deutschen botan. Gesellschaft 1883, p. 218.

Blattes, oder eine reichlichere, mitunter ganz neu auftretende Trichombildung, nicht durchgehends den Charakter des Krankhaften an sich tragen, sondern vielmehr das Ansehen einer gesunden, vererbungsfähigen Variation, die uns an eine öfter beobachtete und häufig vorkommende wirkliche Pflanzenvarietät erinnert.

Unzählige Male sah ich z. B. die von Phytoptus verunstalteten Triebspitzen bei *Thymus Serpyllum* mit köpfchenförmig zusammengeballten, filzig behaarten Blütenständen; aber gewöhnlich sind auch die nächst unteren 2 oder 3 Blattpaare, bisweilen auch viele Blätter behaart (mit längeren abstehenden Haaren besetzt), während sämmtliche Blätter der nicht von Phytoptus befallenen Exemplare in der Umgebung nur am Rande bewimpert sind. Diese behaarten Blätter sind keineswegs entstellt und gleichen vollkommen denen einer nicht seltenen haarigen Varietät, an der gleichfalls der Phytoptus häufig vorkommt. Liegt, frage ich, hier nicht die Vermuthung nahe, dass die Varietät oder Form: *Th. lanuginosus* Schk. durch Intervention der Gallmilbe entstanden ist, indem sich die durch dieselbe örtlich inducirte Störung des gewöhnlichen Gestaltungsvorganges allmählich, im Laufe vieler Generationen, in gemilderter und erblicher Form dem ganzen Organismus mittheilte? Sache der Wissenschaft ist es natürlich, zu untersuchen, unter welchen Umständen und Modalitäten eine solche Störung, resp. Bildungsabweichung auf einen bestimmten Pflanzentheil beschränkt bleibt, und unter welchen sie eine weitere Verbreitung durch die unteren und untersten Blätter findet.

Wer möchte beim Anblick einer *Fagus silvatica* var. *lacera*, *F. silv.* var. *crispata*, oder einer *Ulmus scabra* var. *crispa*, der so gewaltig abweichenden Gestalt der Pflanze sowohl im Wuchs als auch in der Beschaffenheit des Blattes gegenüber der Normalform, zweifeln, dass es sich um eine Entartung, um eine krankhafte Entstellung des Urtypus handelt? Allein es ist nicht unwahrscheinlich, dass sich unter gewissen Umständen diese abnormen Charaktere abschwächen und erblich, d. i. auf eine aus Samen hervorgegangene Generation übertragbar werden können; denn auch z. B. *Mentha crispa* und *Malva crispa* tragen mehr den Charakter einer ursprünglichen Missbildung der Blätter als die Kennzeichen einer allmählichen, etwa durch klimatische Verhältnisse oder durch die Beschaffenheit des Bodens bedingten Abänderung. Man kann diesen Arten ungefähr die in den modernen Kunstgärten so beliebten Specialitäten: *Vitis vinifera* var. *laciniata*, *Sambucus nigra* var. *laciniata* und als Gegensatz dieser beiden Formen *Fraxinus excelsior* var. *simplicifolia* an die Seite stellen. — Ein seltsames Beispiel einer durch Vererbung fixirten Abnormität liefert *Celosia cristata*, deren sonderbare Axenbildung unzweideutig auf eine unter dem Namen »Verbänderung« wohl bekannte Degeneration (hier eine wahre Monstrosität) hinweist.

Im Grazer Stadtpark werden zweierlei Fichten: die gemeine europäische und die nordamerikanische weiße Fichte in größerer Zahl cultivirt; außerdem kann man daselbst auch noch die orientalische Fichte sehen, doch nur in einem noch ganz jungen Exemplar. Die eine wie die andere der beiden ersteren erscheint nicht selten mit verkürzten, gedrängt stehenden Blättern, so dass sie leicht für *Abies orientalis* gehalten werden könnte; besonders an der amerikanischen zeigt sich diese Verkümmerung des Wuchses an mehreren Exemplaren.

Was aber noch beachtenswerther sein dürfte, ist die sonderbare Erscheinung, dass die Triebe der unmittelbar aufeinander folgenden Jahrgänge an ein und demselben Baum nicht im mindesten mit einander übereinstimmen: auf einen Jahrgang (1881) mit langen, locker stehenden sperrigen Blättern und kräftig entwickeltem Trieb folgt ein Jahrgang (1882) mit sehr verkürzten, dicht stehenden, mehr nach vorn gerichteten Blättern und überhaupt kümmerlichem Trieb, dann wieder als letzter Jahrgang (1883) eine Periode der Entwicklung langer, weit von einander abstehender, bogenförmig aufwärts gekrümmter Blätter auf verlängerten Sprossen. So bilden diese drei Perioden ebenso viele verschiedene Schichten der Vegetation auf ein und demselben Stamme.

Unmöglich kann ich es aber für einen Zufall halten, dass sich gerade in den Perioden mit kräftigem Trieb am Grunde der Sprosse Spuren der der Tannenlaus (Chermes viridis) zeigen, in den zahlreichen zapfenartigen Gallengebilden, die bekanntlich in den Kammern unter den dicht stehenden verdickten Schuppen (Klappen) die Brut des Insektes bergen. Wo solche Gallen fehlen, wie im Jahrgang 1882 mit wenigen Ausnahmen und hin und wieder auch in den Perioden 1881 und 1883, ist der Trieb mehr oder weniger verkümmert, sind die Blätter auffallend verkürzt, gerade und mehr nach vorn gerichtet; wo sie vorhanden sind, wird das Gegentheil beobachtet. Diese Alternation der drei letzten Vegetationsperioden wurde am bestimmtesten an zwei jungen Bäumen der amerikanischen Weißfichte constatirt.

Ist der beschriebene Wechsel üppigeren und kümmerlicheren Wachstums vielleicht in der individuellen Natur dieser Bäumchen begründet? so fragte ich mich zunächst beim ersten Anblick derselben. Allein, dass dies keineswegs der Fall ist, ersah ich bald aus der Vergleichung der Blätter des Jahrgangs 1880, die noch zahlreich vorhanden waren, mit denen des folgenden Jahres, wobei ich eine vollkommene Übereinstimmung bemerkte. Aber in der Witterung des Jahres 1882 finden wir einen Fingerzeig, dessen Wichtigkeit für zahlreiche andere Fälle nicht zu übersehen ist. Auf einen relativ sehr warmen März und die ersten zwei gleichfalls sehr warmen Wochen des April erfolgte damals ein sehr fühlbarer Rückschlag der Temperatur, der auf die bereits weit vorgeschrittene Vegetation bis Mitte Mai und länger einen nachhaltig deprimirenden Einfluss

übte. Dass zunächst jüngere, seicht wurzelnde Bäume, besonders fremde, darunter am meisten litten, ist leicht begreiflich. Nicht nur wurde hierdurch der Trieb lange zurückgehalten, sondern auch in der Beschaffenheit des verspäteten Zuwachses offenbarte sich die nachtheilige Wirkung des Frostes und der wochenlang andauernden rauhen Witterung: die Blätter entwickelten sich an solchen Exemplaren (namentlich bei der amerikanischen Weißfichte) erst gegen Ende Mai und später, und erlangten niemals ihre normale Größe, während an den älteren kräftigeren Bäumen, denen die Witterung weniger geschadet hatte, der Trieb 1 bis 2 Wochen früher begann. Ich glaube daher, dass die Insekten, welche auf den oben erwähnten Bäumchen überwintert hatten, dieselben verließen, sobald sich an den benachharten Fichten der Trieb eingestellt und das erste neue Grün gezeigt hatte, und dass also darum der Anstich der Triebknospen dort unterblieb, so dass es den Anschein hat, wie wenn der Anstich eine Bedingung des kräftigeren Triebes wäre. Damit ist freilich noch keineswegs bewiesen, dass der Eingriff des Insektes gar keine fördernde Wirkung übe: ich wollte hier nur auf diese jedenfalls interessante Erscheinung hinweisen, damit durch weitere Beobachtungen mehr Licht in dieselbe gebracht werde.

Man kann Einflüsse, welche auf der directen Einwirkung eines organischen Wesens auf die Pflanze beruhen, wodurch Abänderungen der Gestaltung hervorgerufen werden, so vielartig dieselben auch sein mögen, zu einer Gruppe zusammenfassen und dieselben am passendsten physiologische Einflüsse nennen. Dieser Gruppe steht dann eine andere, die der physikalischen Agentien gegenüber, welche von den mittelbaren und unmittelbaren Einwirkungen der Wärme, des Lichtes, der Bodenart etc. ausgehen. Um dieselben in eine wechselseitige Verbindung und in eine richtige Beziehung zur Pflanze zu bringen, ist es unumgänglich nothwendig auf diejenigen Ursachen zurückzugreifen, welche auch der geographischen Verbreitung der Pflanzen zu Grunde liegen, und das sind zunächst die geothermischen Verhältnisse des Bodens in ihrer Wechselwirkung mit den aus der Sonnenstrahlung resultirenden Factoren: Licht und Wärme.

Schon in meinen Ausführungen über die Erdwärme als pflanzengeographischer Factor (Jahrb. Bd. II, 1881), noch mehr aber in meiner Arbeit: Über die geothermischen Verhältnisse des Bodens und deren Einfluss auf die Verbreitung der Pflanzen« (Verhandl. der k. k. zool.-bot. Ges. in Wien 1884) versuchte ich die auffallende Erscheinung, dass in den Südostalpen die alpine Vegetation im Allgemeinen auf ein überraschend tiefes Niveau herabsinkt und namentlich dort, wo sich der Boden und dessen tieferer Untergrund aus Gesteinsmassen zusammensetzt, die als relativ schlechte Wärmeleiter bekannt sind; woraus sich natürlich ergiebt, dass die Ursache nicht in der verhältnissmäßig geringen Massenentwicklung der

betreffenden Gebirge (im Vergleich mit dem Centralmassiv der Alpen) allein gelegen sein könne.

Um den geothermischen Einwirkungen des Bodens auf das Pflanzenleben nach allen Richtungen mit Muße nachspüren zu können, wählte ich mir zum zweiten Male Lengenfeld, eine schön gelegene Station im oberen Savethal am Fuße der Karavanken, zum längeren Aufenthalt. Von hier aus sind zum Behufe von pflanzengeographischen Vergleichungen die Dolomite der östlichen Carnia, die compacten Kalke der Tolmeiner Alpen, die Plateaus des Karstes und die Urgebirge mit ihrem vorgelagerten, aus den Zersetzungsproducten des Granits, des Gneisses, Glimmerschiefers etc. bestehenden Hügelland nördlich von der Drau leicht zu erreichen. Am wichtigsten erschienen mir aber jene Stellen in der unmittelbaren Nähe von Lengenfeld selbst, wo sich die geothermischen Factoren aller dieser Bodenverhältnisse im engsten Raume beisammen finden.

Meine Aufmerksamkeit richtete ich daher zunächst auf den nördlichen Abhang des Jerebikóuz [1]), eines kleinen oben verflachten Bergmassivs südlich von Lengenfeld. Diesen Namen führt eigentlich nur der (bis an die Spitze bewaldete) Gipfel, der 1580 m. abs. Höhe erreicht. In südöstlicher Richtung, gegen Radmannsdorf hin, senkt sich das kleine Hochland mit seiner hügeligen bewaldeten Rückenfläche bis 600 m. herab. Die stellenweise stark zerrissenen Felswände des nördlichen Abhangs, die in einzelnen weit vorgeschobenen Massen von bräunlich gelber und röthlicher Farbe aus dolomitisirtem »Sannthaler Porphyr« bestehen, d. h. aus einem Dolomit, der ursprünglich ein homogener bräunlicher, oligoklasreicher Porphyr gewesen ist, dessen Kieselerde dereinst (wohl noch tief im Schooße der Erde) durch Kohlensäure und Magnesiacarbonat verdrängt und ersetzt wurde, — sind unten mit *Pinus Mughus* und *Larix europaea*, *Salix glabra*, *Rhododendron hirsutum* und *Chamaecistus*, *Sorbus Chamaemespilus*, *Valeriana saxatilis* und *montana*, *Arabis pumila*, *Primula Wulfeniana* Schott und manchen anderen, zwischen Eriken vorkommenden Arten der Krummholzregion bewachsen. Darüber erblickt man geschlossenen Buchenwald, dem viel Edeltannen (*A. pectinata*) beigemischt sind, und zwar von 1000 bis 1300 m. hinanreichend; erst von da an tritt, die Buche und Edeltanne mehr und mehr verdrängend, die Fichte auf, welche die oberen Gipfel von 1400 m. an beherrscht.

Ganz unten aber, am Fuße des Berges (650 m.), wo mächtige Schutthalden das sanft geneigte Terrain vom felsigen Kern desselben isoliren, bildet zunächst dichtes Gestrüpp von *Pinus Mughus* einen breiten Saum: man könnte es ein förmliches Gehölz nennen, denn die Legföhre wird da an manchen Stellen 3 bis 4 m. hoch [2]). Dazwischen trifft man mit Vacci-

---

1) Nicht »Repìkouz«, wie es irrtümlicherweise auf der Generalstabskarte steht.

2) Ich möchte hier vergleichsweise erinnern, dass in der Tatra $2^1/_2{}^0$ nördlicher das

nien, *Erica*, *Calluna* und *Arctostaphylos offic.* in Gemeinschaft reichliches *Rhododendron hirsutum*, *Silene alpestris*, *Dianthus Sternbergii*, *Lycopodium annotinum*, *Selaginella spinulosa* an. Wo das Gebüsch gegen die Thalfläche zu dürftiger wird, erscheinen auch noch *Senecio abrotanifolius*, *Pinguicula alpina*, *Polygonum viviparum*, *Primula farinosa*, *Bellidiastrum*, *Carex tenuis* und *mucronata*, hin und wieder zeigt sich ein *Chamaecistus*. Im August und September zieren diese öden Triften unzählige Blüten von *Campanula, caespitosa*, *Gentiana austriaca*[1]), *Sturmiana*[1]) und *ciliata;* noch häufiger ist *Euphrasia carniolica*[1]), der sich da und dort die unscheinbare *E. micrantha*[1]) beigesellt. Am meisten aber überrascht dort, wo das Terrain unten in die öde Berghaide übergeht, die *Dryas*, die zum Theil mit *Globularia cordifolia* vermischt, an mehreren Orten große Flächen überzieht. Hier kommt die Buche kaum mehr fort: es giebt kaum eine elendere Vegetation als die zerstreuten, früh alternden Büsche von Buchen, die sich gleichsam wie zufällig hieher verirrt haben; selbst der Grauerle, die sie ersetzen möchte, sieht man es deutlich an, dass sie sich keineswegs in ihrem Elemente befindet.

Fichte, Lärche und Kiefer (*P. silvestris*) sieht man da freilich in Menge, aber in welchem Zustande! Als ich da zum ersten Male in einen Busch von Krummholz hineinsah, kam es mir gar sonderbar vor, dass derselbe ganz graugrün erschien, wie eine gemeine Kiefer. Wofür sollte man das Ding halten? Kein Stamm ist zu sehen, die Äste entspringen unmittelbar aus der Erde und legen sich an den Boden an, so dass sie hinkriechend förmlich mit demselben verwachsen. Es ist doch veritables »Krummholz«; allerdings, aber — die Blätter sind gedreht, stachelspitzig und etwas breiter als bei anderem Krummholz, d. h. bei der wirklichen Legföhre. Und nun siehe da, auch Fichten- und Lärchengebüsch ist in der Nähe, und ebenso krummholzartig, wie wenn jene sonst so stolz emporstrebenden Bäume sich bei der Legföhre ein Muster genommen hätten. Selbst der duldsame Wachholder wird niedriger als sonst wo auf so geringer Seehöhe: er gleicht nicht nur durch seine eigentümliche Tracht, sondern auch durch viel kürzere, breitere, massigere Blätter und zum Theil größere Früchte der alpinen *J. nana* viel mehr als der gewöhnlichen Form.

---

tiefste Vorkommen von *P. Mughus* an zwei Stellen, bei 988 m. und bei 924 m. abs. Höhe, constatirt wurde. Szontagh: Die unterste Grenze des Krummholzes am Südabhange der Tatra, Jahrb. d. ung. carp. Vereins IX, p. 193 (1882). In den südöstl. Kalk- und Dolomitalpen geht an den Südabhängen die Legföhre bis 950 m. herab, im oberen Savathal bis 700 m.

1) Schedae ad floram exsiccatam austro-hungaricam II, 1882, Nr. 647, 648. Nr. 636, 637. Nimmt man nach Koch *Euphr. salisburgensis* im weiteren Sinne, d. i. als Collectivspecies, so ist *E. carniolica* Kerner deren großblütige Form, deren untere Blätter nur einen Zahn jederseits haben; *E. micrantha* Rchb. ist alsdann die kleinblütige Form mit breiteren Blättern, die 3—4 Zähne auf jeder Seite besitzen. Eine andere Form ist die echte *E. salisburgensis* Funk, die aber bisher noch nicht in den Südostalpen angetroffen wurde.

Welch' immenser Unterschied, wenn wir die Vegetation von 1000 bis 1300 m. mit jener von 700 m. abwärts vergleichen! Kann es eine vollständigere Umkehrung der Zonen geben? Erst von 1300 m. aufwärts zeigt sich eine Wirkung der abnehmenden Luftwärme in der Beschaffenheit der vorherrschenden Pflanzenarten. Selbst bei 1400 m. hat die Vegetation, wo der Wald fehlt, einen nur praealpinen Charakter, denn nicht eine Berghaide, sondern eine weit ausgedehnte Wiese breitet sich vor den Augen des Besteigers aus, nachdem derselbe die erste Waldzone überschritten hat: daselbst wachsen *Trollius europaeus*, *Phyteuma Michelii*, *Lilium Martagon*, *Orchis globosa* in großer Menge; außer diesen kommen häufig vor: *Myrrhis odorata*, *Campanula barbata*, *Gnaphalium dioicum*, *Anemone alpina*, *Arnica montana*, *Hieracium villosum*, *Selaginella spinulosa* und ein *Cirsium*, dem *C. carniolicum* Scop. nächst verwandt, aber mit einzelstehenden lang gestielten Blütenköpfchen, die eine Art lockere Doldentraube bilden. Die Wiese ist auch nach oben von Buchenwald umgeben.

Die hochgelegene Wiese und die tief unten liegende Haide, beide haben die gleiche Lage und Neigung gegen die Sonne, beide stehen auf einem mineralischen Untergrund, der den Pflanzen in Bezug auf Nahrung gleichviel oder, richtiger gesagt, gleich wenig bietet. Allein auf den Beobachter, der jene Haide betritt, macht die Pflanzenwelt nicht nur durch die specifische Natur der vorwaltenden Arten, sondern auch durch die eigentümliche Wachstumsweise gewisser, nicht gerade den kältesten Zonen angehörigen Bäume, Sträucher und Stauden den Eindruck, wie wenn er ungefähr die Triften unweit des ewigen Schnees in den Centralalpen, die Hochflächen Lapplands oder der norwegischen Fjelds durchschreiten würde: es kommt ihm vor, wie wenn sich die Gewächse mit ihren Stämmen und deren Verzweigungen von dem mütterlichen Boden nicht losmachen könnten.

In jenen hochnordischen Zonen, wo 8 bis 9 Monate lang eine jeglichem Pflanzenleben feindliche Temperatur herrscht, und in den obersten Alpenregionen bietet nur der Boden demselben in dieser Zeit einigen Schutz: kein Wunder also, wenn dort das Wachstum mehr in horizontaler als in verticaler Richtung stattfindet; denn längere Triebe werden, sobald sie nicht ganz vom Schnee bedeckt sind, im Winter getödtet; die Innovation ist also nur ganz unten nahe an der Erde möglich, wodurch auch jene Arten, welche sich sonst zu ansehnlichen Sträuchern oder selbst Bäumen zu entwickeln pflegen, wie z. B. *Juniperus communis*, *Betula pubescens*, *Alnus incana*, *A. viridis* ein kümmerliches Dasein in Form von niedergestreckten, am Boden hinkriechenden Pygmäen zu fristen gezwungen sind. Was zwingt aber die Arten am Fuße des Jerebikóuz unter $46^1/_2{}^\circ$ n. Br., nur 11 geogr. Meilen vom adriatischen Meere und in kaum 650 m. abs. Höhe die Wachstumsweise alpiner und hochnordischer Arten nachzuahmen, wenn von luftklimatischen Ursachen nicht die Rede sein kann, da

ja unmittelbar dabei Maisfelder stehen und alle Feldfrüchte Deutschlands angebaut werden, oder doch gewiss gedeihen würden, weil die Frühjahrs- und Sommerwärme genügt um die Früchte des Maulbeerbaumes und die Aprikosen zu zeitigen (letztere werden an Spalieren an der Südseite der Häuser gezogen und reifen gegen Ende August, die Maulbeeren schon in der zweiten Hälfte des Juli)?

Sind physikalische Ursachen hier im Spiel, — und andere sind wohl kaum denkbar — so müssen sie sich uns offenbaren, wenn wir die örtlichen Verhältnisse, den Untergrund des Bodens, die Art und Menge der hier vorkommenden Niederschläge einer genaueren Prüfung unterziehen. Da der Nordabhang des Berges steil ist und sich fast 900 Meter hoch über jene Haide erhebt, so bedingt diese Lage zunächst ein längeres Verbleiben des Schnees, der hier überhaupt in viel größerer Quantität fällt als anderswo in gleicher Seehöhe in den Centralalpen. Die dortigen Anwohner versicherten mich, dass man ihn regelmäßig bis Mitte April in großer Menge findet; stellenweise, besonders in den mehr schattigen Mulden, bleibe er bis Mitte Mai. Weil nun einerseits der große, von einer Wiese eingenommene Bergsattel in 1300 m. abs. Höhe noch größere Massen von Schnee aufzuweisen hat, und diese erst im Mai oder Juni völlig verschwinden, andererseits der Untergrund am nördlichen Fuße des Berges aus immensen Ablagerungen von Schutt besteht, der natürlich für das durch die Klüfte eindringende und unten durchsickernde Schneewasser sehr durchlässig ist; so kann der Boden, in welchem daselbst die Pflanzen wurzeln, zur Zeit des ersten Triebes, nämlich im Mai und theilweise auch im Juni, nicht anders als sehr kalt sein, so kalt als er nur überhaupt in einer Zone nahe beim ewigen Schnee sein kann.

Also in der eisigen Kälte des Bodens in den Monaten April, Mai und Juni in jener Tiefe, bis zu welcher die Wurzeln der perennirenden Pflanzen reichen, haben wir die wahre Ursache jener Erscheinung zu suchen. Wenn aber die Pflanze während ihres ersten Triebes, wo sie der Wärme sicherlich sehr bedarf, nicht zum Quell der Wärme, der allbelebenden Sonne, emporstrebt, sondern sich an den kalten Boden anschmiegt, so muss es eine Ursache geben, welche die verflüssigten Bildungsstoffe um diese Zeit niederzieht. Ist das Stadium des ersten Wachstums vorüber, so hat sich der Boden auch bis zu der Tiefe der untersten Wurzelspitzen genügend erwärmt: die Triebe hören auf in horizontaler Richtung zu wachsen, sie erheben sich allmählich und entwickeln sich schließlich zu bogenförmig aufsteigenden Ästen, resp. Blütenstengeln. Diejenigen Arten, welche erst im Sommer treiben, erheben sich senkrecht in die Höhe; solche sind: *Euphrasia carniolica, stricta*[1]) und *micrantha*, *Gentiana ciliata*, *austriaca* und *Sturmiana, Parnassia palustris*, *Polygonum viviparum*. Die Samen von *Me-*

1) Schedae ad fl. exs. austro-hung. I. Nr. 147. II. Nr. 417, 436, 548.

lampyrum pratense keimen dort im nächsten Sommer: die Keimpflanzen strecken sich senkrecht und geradstenglig empor. Im folgenden Frühjahr verzweigt sich die Pflanze, aber die Frühjahrstriebe wachsen bis in den Juni horizontal und wenden sich erst in den Sommermonaten, 2 oder 3 Wochen vor dem Beginn der Anthese in die Höhe.

Der Frühjahrstrieb ist horizontal und krümmt sich in den wärmeren Monaten nach aufwärts auch bei folgenden (perennirenden) Stauden: *Dorycnium decumbens* (*D. suffruticosum* Aut. plur.)[1], *Anthyllis affinis*[1], *Silene alpestris*, *S. Saxifraga*, *Dianthus Sternbergii*[1]), *Senecio abrotanifolius*, *Valeriana montana* und bei manchen anderen Arten, die auf solchem Boden seltener vorkommen. Eine Ausnahme scheint *Scabiosa columbaria* in sofern zu machen, als sich die Blütenstiele sofort vertical stellen, allein es ist hier zu beachten, dass die Pflanze einen nur sehr verkürzten Stamm mit kaum rudimentären Astansätzen bildet und dass der eigentliche Trieb erst im Juli erfolgt. Im Wesentlichen wie obige Arten wachsen *Erica*, *Calluna*, *Vaccinium Vitis Idaea*, *Arctostaphylos officinalis*, *Rhododendron hirsutum* und *Chamaecistus* im Frühjahr bis in den Juni und theilweise auch später horizontal, wodurch der Wuchs auffallend krummholzartig wird. Gleiches gilt für *Juniperus communis*. Ganz niedergestreckt ist der Stamm sammt den Verzweigungen bei *Dryas*, *Globularia cordifolia*, *Teucrium montanum* und auch bei *Arctostaphylos*, denn nur die Triebspitzen sind hier merklich nach aufwärts gerichtet.

Am auffallendsten ist aber diese Wachstumsweise bei der Fichte, gemeinen Kiefer und Lärche, deren untere Äste nicht nur dort, wo der Gipfeltrieb durch weidendes Vieh abgebissen oder sonst wie verstümmelt wurde, sondern auch dort wo er ganz unversehrt ist, ungewöhnlich lang in horizontaler Richtung auswachsen, während der eigentliche Stamm nicht emporkommt. So können diese Lignosen sich unter solchen Verhältnissen nie zu Bäumen entwickeln, sondern bleiben auch in späterem Alter niedrige, aber sehr ausgebreitete, mughusartige Sträucher.

Was ist es nun, was den Trieb im Frühjahre beim Erwachen des Pflanzenlebens abwärts zieht gegen den eiskalten Boden? Ich erblicke die Ursache dieser Erscheinung einestheils in einer gewissen Polarität, die durch den Gegensatz zwischen den von eiskalten Medien umgebenen untersten und den von den (um diese Zeit schon sehr wirksamen) Sonnenstrahlen getroffenen obersten Theilen der Pflanze bedingt wird.

Würden wir einen ungefähr 50 cm. langen Wismuthstab, an welchen am Ende ein ebenso langer Antimonstab angelöthet ist, an Ort und Stelle, während das Schneewasser durch den Boden sickert, bis zur Löthstelle versenken, so müssten bei starker Insolation infolge ihrer großen Temperaturdifferenz die beiden Enden elektrisch werden und einen Strom veranlassen, wenn man dieselben durch einen Metalldraht leitend verbinden

würde; bei nicht vollständigem Anschluss des leitenden Drahtes an einen der beiden Pole aber entstünde eine elektrische Spannung, d. h. ein Zug, dem die kleinsten Massentheilchen des Polendes auch folgen würden, wenn sie nicht durch die Cohäsion daran gehindert wären. Im vorliegenden Falle würde der Wurzeltheil der Pflanze als der eine, der oberirdische Theil, nämlich der Stamm mit seinen Verzweigungen, als der andere Leiter fungiren; das obere Ende der Wurzel, wo sich diese unmittelbar an die Basis des Stammes anschließt, würde der Löthstelle entsprechen.

Dass dieses allbekannte physikalische Factum nicht so ohne Weiteres auf unseren Fall Anwendung finden kann, liegt auf der Hand, denn Wurzel und Stamm der Pflanze sind keineswegs materiell so verschiedene Körper wie Antimon und Wismuth und sind auch in Bezug auf Leitungsfähigkeit diesen nicht im mindesten an die Seite zu stellen. Es kann sich also nur um eine entfernte Analogie handeln: es fragt sich zunächst, wie weit dieser Vergleich durch thatsächliche Gründe gerechtfertigt erscheint. Und da glaube ich dass eine, wenn auch unbedeutende, materielle Verschiedenheit zwischen der Wurzel und dem Stamm (mit seinen Verzweigungen und Anhängen) doch vorhanden sein muss, weil dieser chlorophyllhaltige Organe trägt, die bekanntlich gegen das Licht und die Wärme ganz eigens reagiren, während der Wurzel solche fehlen. Das Leitungsvermögen ist bei Substanzen in den lebenden Pflanzentheilen zwar nicht sehr bedeutend, kann aber nur im Vergleich mit Metallen gering genannt werden; sicher übertrifft es jenes des reinen Wassers um sehr viel, weil im Protoplasma der Zellen und in allen Flüssigkeiten des Zellengewebes verschiedenerlei Salze aufgelöst sind, während sich saure und alkalische Säfte derselben, wie bekannt, elektrolytisch verhalten.

Es ist also immerhin möglich, dass an den beiden Polen der Pflanze durch die große Temperaturdifferenz ein messbarer Grad von elektrischer Spannung entsteht, und es käme nun darauf an zu erklären, wie jener, gewiss nur sehr schwache Zug nach abwärts in den plastischen, in ihren Molekulartheilchen ungemein leicht verschiebbaren Bildungstoffen einen so augenfälligen Effect hervorbringen kann. Da brauchen wir uns nicht weit umzusehen, um solche Wirkungen begreiflich zu finden. Wem sollte nämlich unbekannt sein, dass gerade die schwächsten Ströme in der Galvanoplastik die wundervollsten Dislocationen elektrolytischer Stoffe zu Stande bringen? Die Schwäche des Stromes wird durch die Länge der Zeit compensirt. Übrigens will es mir scheinen, dass die Insolation durch den hierdurch bedingten großen Temperaturgegensatz zwischen den chlorophyllhaltigen Theilen und den Wurzeln der Pflanze, die von eiskalten Bodenmaterialien umgeben sind, auch vertheilend auf den elektrischen Normalzustand derselben wirkt und so eine Elektricität von größerer Spannkraft erregt, als es durch bloß galvanische Vorgänge möglich wäre. Die höchst gewaltsamen und zerstörenden Ausgleichungen der Elektricität,

welche bei Blitzschlägen durch Bäume hindurch stattfinden, beweisen wenigstens so viel, dass auch Gegensätze der fernwirkenden Elektricität sich durch die Pflanzen zeitweise neutralisiren können.

Als ich dieses Terrain bereits vor Jahren durchmusterte, fielen mir manche Fichten durch ein ungewöhnliches Colorit auf. Nicht nur dass dieselben, wiewohl anscheinend noch nicht alt, ganz greisenhaft aussahen, wegen der Massen von Flechten, die von den Ästen herabhingen, waren ihre Blätter auch grau angeflogen, d. i. glaucescent, wie sie ungefähr bei der nordamerikanischen Weißfichte sind, und von vier weißen Längsstreifen durchzogen, was sich besonders bei den gipfelständigen zeigte und überhaupt an den Blättern der höherstehenden Äste; aber ich fand auch an ganz niedrigen Ästen dergleichen häufig genug. Solche Blätter sind vierkantig, im Querschnitt von der Form eines Rhomboids oder Rhombus mit einem Winkel von 65—75°, sehr selten ganz quadratisch, im Ganzen denen der *A. americana* var. *alba* ähnlich, aber weniger schlank und zierlich, vielmehr dick und massig. Im Frühjahr sind solche stark glaucescirende Bäume von der amerikanischen Weißfichte auf den ersten Blick wohl kaum zu unterscheiden, sie gehen jedoch in allen denkbaren Abstufungen in die gewöhnliche Form über.

Ich legte mir häufig die Frage vor, woher diese sonderbare Fichtenform stammen mag, und noch im vorigen Jahre beschäftigte ich mich mit den verschiedensten Vermuthungen, denen ich in meiner Schilderung der Berghaide der südöstlichen Kalkalpen einen Ausdruck gegeben habe, mit dem bestimmten Vorsatz, die Sache künftig weiter zu verfolgen. Diesmal bin ich so weit gekommen, dass ich nun behaupten kann: die Erscheinung der Glaucescenz, so wie auch die eigentümliche an *A. amer.* var. *alba* erinnernde Nadelform ist zunächst ein Product localer bodenklimatischer, d. i. geothermischer Verhältnisse.

Dies zeigt sich vor Allem darin, dass dort wo der Schnee am längsten bleibt, und dort wo die Rinnsale vorkommen, in denen das Schneewasser aus den oberen Regionen des Berges im Frühjahr herabfließt und weit umher den kiesigen Boden durchtränkt, nur glaucescirende Fichten theils in Baum-, theils in Strauchform wachsen. Je mehr man sich aber von solchen Stellen entfernt und je häufiger Zwischenlagen von schwarzem Humus mit dem Gestein abwechseln, desto öfter erscheinen auch virescente Bäume, die sich der Normalform viel mehr nähern, und besonders dort, wo sich ein dichterer Baumwuchs zeigt, und im Schatten größerer Bäume erblickt man nur Fichten von gewöhnlichem Aussehen.

Ähnlich verhält es sich mit der Lärche: da wo die Fichte stark bereift ist, sah ich auch diese auffallend stark glaucescent, und zwar sowohl an den Maiblättern als auch an den Sommertrieben. Jene Exemplare, welche

nur oberflächlich oder nur im Humusboden, der sich schon im Frühjahr viel mehr erwärmt als das nackte Gestein, wurzeln, sind gar nicht oder höchstens schwach graugrün angeflogen.

Weil die bereifte Lärche in der Regel tiefer wurzelt, so leidet sie durch die Sommerdürre weniger als die virescente Form; sie entwickelt meist längere, schlankere Triebe, während letztere auf einem solchen Boden wie der in Rede stehende leicht verkümmert. Solche krüppelhafte Lärchen mit ihren unregelmäßig hin und her gebogenen narbigen Ästen und ihrem verkürzten Triebe erinnerten mich lebhaft an *Cedrus Libani;* die anderen aber in ihrem graugrünen Kleid, mit ihren langen geraden Trieben und dem lieblichen schlanken Wesen an *Cedrus Deodara*.

In den wärmeren Alpenthälern, die in der italienischen Ebene münden, entwickelt sich die Lärche von 400 m. abwärts, wo sie überhaupt noch vorkommt, nur als *f. viridis;* so sah ich z. B. im Thal der Fella zwischen Chiusa und Pontebba unter den wenigen Lärchen, die mir zu Gesicht kamen, nur Bäume dieser letzteren Form, in einer luftklimatischen Zone, wo bereits die echte Kastanie beginnt und der Weinstock, ohne bis an den Boden beschnitten oder irgendwie geschützt zu werden, den Winter im Freien aushält. Ebenso wenig glaucesciren Fichte und Lärche dort wo der Untergrund compactes Kalkgebirge ist (das tief in die Erde hinabreicht), wenn auch das Luftklima rauh ist, wie durchgehends im oberen Savethal. Ist der Boden noch so heterothermisch, d. h. im Frühjahr bis Ende Mai oder noch länger in der Tiefe der Baumwurzeln eiskalt, während sich die Insolation an der Oberfläche bereits sehr fühlbar macht, so unterbleibt gleichfalls die Glaucescenz, sobald der Trieb unter dem Schutze größerer schattender Bäume stattfindet.

Alle diese Umstände deuten darauf hin, dass die Glaucescenz der Fichte und Lärche ein physiologischer Effect ist, der von der Temperaturdifferenz zwischen den von der Sonne getroffenen und den von kälteren Medien umgebenen unterirdischen Theilen der Pflanze abhängt, und dass jener Temperaturunterschied gerade im Frühjahr während des stärksten Triebes einen unverkennbaren formbildenden Einfluss ausübt.

Solange die Fichte im oberflächlichen Humus wurzelt, sie also noch klein und jung ist, erscheint sie virescent, dringen aber mit der Zeit ihre Wurzeln tiefer, bis zu jener Bodenschicht, welche bis Ende Mai oder gar bis Mitte Juni sehr kalt ist, so beginnt sie glaucescent zu werden; doch erscheinen die Blätter an den untersten (ältesten) Ästen und Zweigen, die anfangs nur grüne Blätter erzeugten, auch in späterem Alter grün, selbst wenn der Baum um 20 Jahre älter geworden ist; woraus ich folgern möchte, dass die Bildungsstoffe in den Phloëmschichten alternder Äste und Zweige für dieses Agens nicht mehr empfänglich sind.

An den Südabhängen westlich und nordwestlich von Lengenfeld verschwindet der Schnee schon im März. Daselbst finden sich zwei große,

gegenwärtig noch erkennbare Gebirgsspalten, aus denen in vorhistorischen Zeiten (als der Boden ringsumher wahrscheinlich noch vom Meere bedeckt war) Kohlensäure in großer Menge emanirte. Davon wurden alle Porphyre zersetzt und bilden nun mächtige Lagen von carbonatischen, porösen, ockerbraunen Tuffen und Schlacken, in deren Drusenräumen amorphe Thon- und Kieselerde ausgeschieden ist. Die benachbarten schwarzen Kieselschiefer erscheinen carbonatisirt, der eingeschobene Gneiß zersetzt und ausgelaugt, ohne sein ursprüngliches Aussehen, wie es scheint, stark verändert zu haben. In der Umgebung setzte die mit Kalk beladene Kohlensäurelösung nach Ausscheidung des überschüssigen Gases das Carbonat in enormen Schichten ab, die einen tuffartigen, stellenweise aber auch sehr compacten Kalkfels bilden. Hier ist auch der Boden sehr fruchtbar: ein ansehnlicher Wald der schönsten und stattlichsten Fichten in der Nachbarschaft von Manna-Eschen, Weißbuchen, Stiel- und Wintereichen säumt den Abhang ein; aber es ist an diesen Fichten nicht die geringste Spur einer Glaucescenz wahrzunehmen. Die hier entspringenden Quellen haben mitten im Sommer 15 bis 16° C. (8 bis 9° mehr als jene, welche in der Thalsohle auf heterothermischem Boden zu gleicher Zeit untersucht wurden). Nach Osten hin aber, wo das Terrain fast plötzlich in dolomitischen Schutt übergeht, erscheinen alle Fichten oben grau bereift und sind nur an ihren unteren Ästen und Zweigen normal grün. Da kommen kältere Quellen vor, und die Wurzelspitzen erreichen jedenfalls eine Bodenschicht, welche zur Zeit des ersten Triebes noch sehr kalt ist.

Bis 1000 m. hinauf findet man dürftigen Fichtenwald, mit breitwachsender knorriger Buche untermischt, in deren Schatten viel junge Fichten wachsen; alle diese sind normal grün. Auch wo der Wald abgetrieben wurde und sich auf reichlichem Humus ein 5—15 Jahre alter Nachwuchs entstand, sind die Bäumchen nicht anders, was die Farbe ihrer Blätter anbelangt, nur werden diese außerordentlich kurz; an manchen Stellen, wo die Neigung gegen die Sonne steil und daher die Insolation am kräftigsten ist, erscheinen sie derart verkürzt, dass Niemand im Stande wäre die Bäumchen von der orientalischen Fichte zu unterscheiden: die Rinde der zweijährigen und älteren Zweige ist gerade so weiß, die jüngsten noch wachsenden Triebe sind dünnflaumig wie bei dieser.

Ich vermag die Ursache der abnormen Verkürzung der Blätter in keinem anderen Umstande zu erkennen als in dem Übermaß der Sonnenwirkung, die bei jener Exposition gegen die Sonne im Juni, während die Blätter noch wachsen sollten, eine Temperatur erzeugt, welche das Optimum für diesen Wachstumsvorgang überschreitet, und daher die Entwicklung der Blätter mehr hemmt als fördert. Auch treten dort im Frühjahr Fröste ein, welche den Trieb lange zurückhalten.

Bei offener Lage gegen die Sonne werden auf heterothermischem Boden die Blätter der ganz isolirt wachsenden Fichte gleichfalls sehr kurz, zeigen

aber Glaucescenz, so dass es, wenn nacktes geröll- oder schuttartiges Bodengestein hin und wieder mit Partien von zwischengelagertem schwarzen Humus in kleinen Flächenräumen abwechselt und man oberflächlich diesen Wechsel nicht wahrnimmt, den Anschein hat, wie wenn beide Formen der Fichte, die *f. glaucescens* vel *alba* und die *f. brevifolia*, durch gleiche physikalische Verhältnisse bedingt wären.

Dem gleichen Gesetze der Gestaltung folgt *Pinus silvestris;* dort wo die Fichte in ihrer so charakteristischen bereiften und mehr verkürzten Form auftritt, zeigt sich auch die Föhre im Allgemeinen kurzblättrig und sehr glaucescent, im Gegensatze zu ihrer Beschaffenheit auf compactem Felsboden. Allerdings ist mir bisher in den südöstlichen Kalk- und Dolomitalpen nur die kurzblättrige (subalpine) Form der gemeinen Föhre vorgekommen, allein das Colorit ist je nach der geothermischen Eigenschaft des Untergrundes verschieden. An den sonnigen Wänden der Belca-Schlucht unweit Lengenfeld, ebenso wie auch östlich von der Ortschaft an den aus einem theils tuffartigen theils festen Mergelkalk bestehenden Felsabhängen erscheint sie (in westlicher Lage) bei 650—800 m. als *f. virescens* brevifolia mit krumm hin und her gebogenem, fast krüppelhaftem Stamm, an letzterer Localität in Gemeinschaft mit *P. Mughus*, *Rhododendron hirsutum* und *Chamaecistus*, *Arctostaphylos officin.*, aber auch in unmittelbarer Nachbarschaft der Manna-Esche, Hopfenbuche, *Aronia* und *Pyrus Aria.*

Sie behält diese Eigenschaften beharrlich, auch wenn sie in ein anderes Luftklima versetzt wird. Ein baumartiges Exemplar, seit vielen Jahren im botanischen Garten von Graz cultivirt, sieht noch vollkommen so aus wie auf dem heimischen Boden. Es sind die Bodenverhältnisse, wie ich glaube, daselbst zu wenig homotherm, um einen Rückschlag in die Normalform mit langen Blättern (die einen nur kurzen Wedel bilden), größeren Fruchtständen und schlankem hochwachsendem Stamm zu bewirken. Wird aber die Normalform in einen Garten in der Niederung wo immer im mittleren Europa versetzt, so ändert sie sich ebenfalls nicht; und ich glaube annehmen zu dürfen, dass es darum nicht geschieht, weil der neue Boden in solchen Fällen zu wenig heterotherm ist, um die Pflanze zu einer Änderung ihrer gewohnten Formrichtung zu zwingen. Demnach scheinen die geothermischen Eigenschaften des Bodens nur in ihren Extremen eine formbildende Bedeutung zu haben. Die einmal im Laufe von unzähligen Generationen erworbenen Charaktere sind also unter normalen Verhältnissen erblich, und dies lässt sich sowohl von der Größe und dem Colorit des Blattes, als auch von der Art und Weise des Wuchses (Habitus) sagen.

Für eine Folge der Erblichkeit halte ich es, wenn einzelne Fichten mit bereiften Blättern — *f. glaucescens* — auf einem Boden angetroffen werden, der in der Tiefe der Wurzeln und weiter unten im Frühjahr nicht kalt ist, oder wenigstens nicht viel kälter als an der Oberfläche und wo

man daher entweder die Normalfichte oder deren kurzblättrige grüne Varietät erwarten würde (sobald schon aus Gründen der Wahrscheinlichkeit auf eine Übertragung der Samen vom benachbarten heterothermischen Boden geschlossen werden kann). Solche Exemplare nehmen sich zwischen anderen stets fremdartig aus, aber sie behalten ihre abweichenden Charaktere hartnäckig, wenn die neuen bodenklimatischen Verhältnisse nicht allzu homothermisch sind, was nach vielen Generationen eine allmähliche Rückkehr zur *f. virescens* zur Folge haben könnte. Ich denke mir, dass diese Rückkehr davon abhängig ist, wie lange die abweichende Form unter dem Einflusse der ihr entsprechenden bodenklimatischen Agentien gelebt hat: dass nämlich die Rückkehr um so leichter und schneller erfolgt, je kürzer diese Dauer ist, dagegen um so schwerer und mit Inanspruchnahme einer um so längeren Zeitdauer, durch je mehr Generationen sie jene Bodenart bewohnt hatte [1]. Thatsächliche Beweise für eine solche Behauptung giebt es freilich nicht, da derartige Beobachtungen überhaupt noch sehr jung sind.

Bedingt nun ein extrem heterothermischer Boden bei baum- und strauchartigen Pflanzen, wie auch bei perennirenden Stauden im Allgemeinen einen zwerghaften Wuchs in Folge eines nach abwärts gerichteten Zuges, dem die verflüssigten plastischen Baustoffe leicht folgen, und der sich bei gewissen Arten in höherem, bei gewissen anderen in minderem Grade bemerkbar macht; so wird natürlich ein extrem homothermischer Boden die entgegengesetzte Wirkung ausüben, wobei es nicht wesentlich ins Gewicht fällt, ob diese unmittelbar eintritt, oder erst nach sehr vielen Jahren. Letzteres scheint mir aus einem bereits erwähnten Grunde mit Nothwendigkeit aus der Natur der Pflanze als Organismus hervorzugehen; denn es ist nicht leicht denkbar, dass diese die Charaktere, die sie sich im Laufe von Jahrhunderten oder noch längeren Zeitperioden wie durch eine Summirung kleiner, momentaner Wirkungen angeeignet hat, fern von ihrem mütterlichen Boden, d. i. fern von ihrem Originalstandort sofort fahren lasse: es wird vielmehr die Ablenkung von der hergebrachten Form wieder der mit jeder folgenden Generation vermehrten Wirkung der neuen thermischen Einflüsse entsprechen, also im Ganzen eine sehr lange Zeit in Anspruch nehmen, so dass uns die Pflanze durch viele Jahre constant erscheint.

[1]) Ich kann nicht unterlassen, hier noch zu erwähnen, dass sich die *f. virescens brevifolia* unserer Fichte auch in den Niederungen auf tiefgründigem fruchtbarem Boden viele Jahre unverändert hält, wiewohl hier andere klimatische Factoren auf die Pflanze einwirken als auf ihrem Originalboden. Wird aber dieselbe von der Tannenlaus (Chermes viridis) angestochen, so schlagen noch in demselben Jahre die afficirten Triebe in die Normalform mit verlängerten, locker und sperrig abstehenden, mehr flachen und säbelförmig gekrümmten Blättern um.

Ich erinnere mich an eine Gruppe von *Juniperus communis* bei Görz, die mir diesen Gegensatz der Wärmeverhältnisse des Bodens lebhaft ins Gedächtniss ruft. Es standen vor mehreren Jahren noch dort am südlichen Fuße des S. Valentini-Berges unweit der Ortschaft Peuma etliche Wachholder von Baumgröße, 4—7 m. hoch und im Wuchs dem virginischen Wachholder sehr ähnlich. Giebt es einen größeren habituellen Unterschied bei Individuen derselben Art als derjenige, den wir zwischen dieser Baumform mit gerade aufrechtem Stamm und dem Zwergwachholder vom nördlichen Fuße des Jerebikóuz (den jeder Kundige ohne Zweifel für echte *J. nana* Willd. nehmen würde, wenn er ihn wo anders bei 1800 oder 2000 m. anträfe) wahrnehmen? Aber ersterer wächst in der Region des cultivirten Öl- und Feigenbaumes, wo ein sehr milder Winter herrscht und daher im Frühjahr ein nur sehr geringer Temperaturunterschied zwischen der Oberfläche des Bodens und jener Tiefe, bis zu welcher die Wurzeln der Bäume und Sträucher reichen, besteht. Unmöglich können daher durch die Vertheilung des elektrischen Zustandes im Bereiche der Pflanze solche Gegensätze entstehen, dass ein wirksamer, d. i. nachweisbarer Zug[1]) der plastischen Bildungsstoffe nach abwärts resultiren würde.

Allein der sehr beträchtliche Unterschied zwischen der Temperatur des von der Sonne beschienenen Bodens und jener der höheren Luftschichten inducirt wahrscheinlich überall einen entsprechenden enormen elektrischen Gegensatz, demzufolge sich das Wachstum nach aufwärts richtet, weil die von entgegengesetzter Elektricität afficirten Bildungsstoffe dorthin gezogen werden, wo die Ausgleichung der elektrischen Gegensätze erfolgen sollte. Im Allgemeinen lässt sich sagen, dass einerseits eine Temperaturverschiedenheit zwischen der Oberfläche des Bodens und den tiefer liegenden Schichten desselben, andererseits zwischen der Oberfläche und den höheren Luftregionen bestehe. Während aber ersterer im Laufe des Frühjahrs und Sommers abnimmt, weil die Erwärmung der Erde durch die Sonne allmählich immer tiefer dringt, unten aber die Eigenwärme stetig größer wird, muss der letztere Unterschied gegen den Sommer eher zunehmen, indem sich die Oberfläche der Erde, aus opaken mineralischen Substanzen bestehend, durch die Sonnenstrahlen stärker erwärmt als die Luft, deren Wärmecapacität bekanntlich sehr groß ist (auf gleiche Volumina bezogen). Wird nun aber durch den Temperaturunterschied Elektricität inducirt, so muss die elektrische Spannung an der Oberfläche der von der Sonne bestrahlten Pflanzen und in Folge dessen der gegen die oberen Luftregionen gerichtete Zug oder Reiz im Sommer größer werden, während der nach abwärts wirkende abnimmt. Es erscheint demnach die Resul-

---

1) Ein solcher Zug, wo er überhaupt stattfindet, kann nicht mit einer nach abwärts wirkenden mechanischen Kraft verglichen werden; ich denke mir denselben vielmehr als eine Anregung, welche in der bezeichneten Richtung Wachstum erzeugt.

tirende als eine allmählich gegen den Sommer zunehmende Kraft, die dem Wachstumsvorgange eine emporstrebende Richtung anweist. Mir scheint, dass diese, wenn auch hypothetische Vorstellung des Sachverhaltes weniger Widersprüche in sich schließt als die Annahme gleichsam angeborener, unqualificirbarer Kräfte, wonach die Pflanze das eine Mal eine Zeit lang in horizontaler, das andere Mal wieder in vertikaler Richtung wachsen müsste, ohne von physikalischen Agentien beeinflusst zu sein.

Ähnlich wie sich die Baumform des gemeinen Wachholders zu dessen Zwergform verhält, dürfte sich auch die Baumform der Bergföhre zur Mughusform derselben verhalten, nur dass wir im ersteren Falle die Ursache, welche den Zwergwuchs inducirt, noch gegenwärtig in den südöstlichen Kalk- und Dolomitalpen, und zwar nicht nur bei Lengenfeld, sondern auch an unzähligen anderen Localitäten, wirken sehen, während die Bergföhre in diesem Verbreitungsgebiete nirgends Baumform annimmt. Es liegt demnach die Vermuthung nahe, dass letztere, auch wenn sie als baumartige *f. uliginosa* (*P. uliginosa* Neum.) hierher versetzt würde, nach vielen Generationen an den Localitäten von sehr heterothermischer Natur in die Zwergform, d. i. in die Legföhre umschlagen, diese hingegen in den Thälern der Centralalpen in die Baumform übergehen müsste, dass sich also die beiden ausschließen oder höchstens nur einige Zeit auf dem Originalboden der einen neben einander bestehen können.

Wenn wir einen Pflanzentypus auf zwei Bodenarten von verschiedenen thermischen Eigenschaften beobachten und finden, dass er auf jeder als eine eigene Varietät oder Form ausgebildet erscheint, und dass dort, wo die beiden Bodenarten in einander übergehen, auch die beiden Varietäten Übergänge bilden, dort aber, wo sie unmittelbar nebeneinander vorkommen, nur je eine Varietät tragen, und zwar allemal ein und dieselbe, so dürfen wir daraus schließen, dass jene zwei Pflanzenformen (eines gemeinschaftlichen Typus) durch die thermischen Wirkungen des Bodens bedingt, d. h. nicht nur in ihrem Vorkommen davon abhängig sind, sondern dass sie auch diesem Factor ihre Entstehung verdanken. Eine Beschränkung erfährt dieses Princip allerdings durch die Erblichkeit der erworbenen Charaktere, derzufolge ein Individuum der einen Form auf dem Boden von der entgegengesetzten thermischen Eigenschaft nicht sofort umschlagen kann: doch dürfte dieser Fall sehr selten zu berücksichtigen sein; denn eine Einzelpflanze wird auf einem Boden von der entgegengesetzten Eigenschaft nicht so bald festen Fuß fassen; der kreuzweise Formübergang der beiden Varietäten kann sich naturgemäß nur dort vollziehen, wo beide Bodenarten allmählich in einander übergehen.

Sind aber nach sehr langer Zeit die beiden Varietäten durch Vererbung ihrer Charaktere auf den ihnen entsprechenden Bodenarten von extremer thermischer Beschaffenheit selbständig geworden, so können sie auf einem Terrain, das weder zu homothermisch, noch zu heterother-

misch ist, recht gut sehr lange Zeit unverändert neben einander bestehen. Der Forscher wird sich da nur nach einem mehrjährigen eingehenden Studium der Bodenverhältnisse zurecht finden. Auch da bleibt natürlich seinem Takt, einer Art von instinctivem Gefühl, ein großer Spielraum überlassen. Er wird nicht immer in klaren Worten von seinen Beweggründen Rechenschaft geben können, aber er findet ein Regulativ auf dem immensen Felde der Beobachtung, wo ihm hinreichende Gelegenheit gegeben ist, die etwa noch gehegten Zweifel zu zerstreuen oder die vielleicht unrichtig gefasste Meinung zu corrigiren.

In nicht minder charakteristischer Weise offenbart sich der calorische Einfluss des Bodens auch an mehreren niederen Gewächsen, deren Beobachtung ich mir diesen vergangenen Sommer gleichfalls zur Aufgabe gemacht hatte. Die Veränderlichkeit erstreckt sich vorzugsweise auf den Habitus der Pflanze. Während nämlich dieselbe auf homothermischem Boden, namentlich in wärmerem Luftklima, einen mehr aufrechten, kräftigen Wuchs zeigt, sehen wir sie auf heterothermischem (besonders im präalpinen Luftklima, aber auch in den wärmeren Alpenthälern) niederliegend oder hingestreckt, dünn und schmächtig. Dieses gilt insbesondere von *Asperula longiflora* (Koch) die hier einen sehr locker ausgebreiteten Blütenstand hat. Sie geht auf compactem Kalkfels bei sonniger Lage in eine steifere Form mit kräftigeren, aufsteigenden oder fast aufrechten Stengeln und mehr zusammengezogener Rispe über. Das eigentliche Extrem finden wir auf dem wärmeren dalmatinischen Karst und im südlichen Ungarn in der eigentlichen Kitaibel'schen *A. longiflora.* Doch können die beiden weit aus einander stehenden Formen, wiewohl ihre Übergangsstufen der thermischen Beschaffenheit des Bodens und dem Luftklima parallel laufen, vielleicht dennoch als »gute Arten« von einander unterschieden werden.

Hieracium villosum L. Die beiden Extreme, soweit sie mir bisher bekannt sind, erscheinen in einer alpinen und subalpinen Zwergform mit blattarmem, vom Grunde schief aufsteigendem Stengel, der mitunter fast schaftartig ist — Form der südöstlichen Kalk- und Dolomitalpen von 800 m. an — und in einer robusten blattreichen Form mit aufrechtem Stengel — Form des hohen Karstes bei Görz (vorkommend z. B. am S. Valentiniberg, am südlichen Steilrand des Trnovaner Plateaus, am Čavn) von 500 bis 1100 m.

Dorycnium suffruticosum Koch et Autor. plur. Die in den südöstlichen Kalk- und Dolomitalpen bis an die untere Grenze des Krummholzes so häufig vorkommende Pflanze ist von dem echten Villars'schen *D. suffruticosum* nicht unbeträchtlich verschieden: sie hat einen an der Spitze verdickten Wurzelkopf, am Grunde niederliegende Stengel, eine gegen die Mitte zu merklich verengte, daher geigenförmige Fahnenplatte und mehr ellipsoidische als kugelrunde Hülsen. Doch fand ich sie auf compactem Untergrund und auf wärmerem Boden, besonders wo derselbe fruchtbar

ist, mehr aufgerichtet und ihre Hülsen erschienen mir dann mehr kugelrund als ellipsoidisch; wesshalb ich vermuthe, dass die Villars'sche Pflanze, welche dem Mediterranklima des südlichen Frankreich und der niederen und submontanen Region Spaniens angehört, doch wohl nur als eine klimatische, allerdings stark abweichende Form des präalpinen *D. decumbens* Jord. betrachtet werden kann. (Schedae ad fl. exsicc. austro-hung. II, 417).

Anthyllis affinis Britt. Dem heterothermischen Boden bei 600—700 m. eigen, kommt aber auf compacterem Untergrund auch bei 1400 m. noch vor; wird auf wärmerem Kalkfels groß und robust (Stengel 20—30 cm. lang, ästig) und erscheint da nur mit goldgelben Blüten; geht auf dem Karst gegen die Küste des adriatischen Meeres zu allmählich in *A. Dillenii* Schultes über, der sie stellenweise auch schon im oberen Savethal sehr ähnlich ist, da sie auf mehr homothermischem fruchtbarem Boden aufrecht wächst und bisweilen ganz rothe Blüten trägt. (Vergl. Schedae ad fl. exsicc. austro-hung. II, 433 und 436.)

Polygala vulgaris L. Ist im oberen Savethal auf Triften und Grasplätzen mit productivem Boden, aber auf compactem felsigem Untergrund sehr verbreitet. Auf heterothermischem Dolomitschutt und Sand erscheint jedoch die Pflanze als *P. speciosa* Kerner (in litt.) in durchaus veränderter Gestalt: mit verdicktem und stark verholztem Wurzelstock, von welchem gewöhnlich mehrere (2—6) kurze, am Grunde niederliegende, nur an der Spitze emporgerichtete Blütenstengel ausgehen; diese sind unten mit dicklichen, breitlanzettlichen, oben mit schmäleren, zu oberst linealischen Blättern ziemlich dicht besetzt. Die noch einmal so großen Blüten sind rosenroth, seltener blau und stehen theils in dichten, stark verkürzten Ähren, theils in lockeren verlängerten Trauben[1]), da sie deutlich gestielt sind; ihre Flügel sind gewöhnlich breiter als die reife oder halbreife Fruchtkapsel. Zu den Eigentümlichkeiten dieser sehr charakteristischen Form gehört es auch, dass die Kelchschuppen nur mit einem grünen oder braungrünen Kiel versehen sind und nach der Anthese nicht vergrünen, was bei der Normalform stets der Fall ist, da bei dieser sowohl die Kelchschuppen als auch die Flügel bekanntlich gleich nach dem Verblühen einen grünen Farbenton annehmen. So verschieden demnach diese beiden Formen sind, so konnte ich mich doch zur Genüge überzeugen, dass sie nur verschiedene Gestaltungen eines gemeinschaftlichen Typus sind, da sie stets auf die ihnen entsprechenden Bodenarten beschränkt sind und nur

---

1) Darnach könnte die Form mit dichter verkürzter Ähre als besondere Varietät unterschieden werden: Prof. Kerner nennt sie *P. forojuliensis* (Österr. bot. Zeitschr. XXIV, p. 102), die andere gleicht im Habitus beinahe der *P. major* Jacq., von der sie sich durch sehr breite (rundlich elliptische) Flügel und durch einen sehr kurzen Stiel des Ovariums wesentlich unterscheidet. Mir scheint aber, dass es nicht unpassend wäre beide als eine Art zu behandeln, da die Länge der Blütenähre bei einem und demselben Exemplar mitunter sehr veränderlich ist.

dort Übergänge bilden, wo der Untergrund bezüglich seiner calorischen Beschaffenheit und Fruchtbarkeit keinem der beiden Extreme nahe steht; ich fand z. B. eine solche intermediäre Form auf der Wiese oberhalb der Eisenbahnstation von Lengenfeld in großer Menge, nicht weit von den beiden extremen Bodenarten. — *P. speciosa* fand ich vor drei Jahren auch bei Raibl und Dr. Marchesetti führt sie unter denjenigen Arten an, welche die Flora des Vish-Berges und seiner nächsten Umgebung (in der östlichen Carnia) ausmachen [1].

Scabiosa columbaria L. Kommt in den Thälern der südöstlichen Kalk- und Dolomitalpen nur auf heterothermischem Boden vor, im oberen Savethal und dem angrenzenden Kärnten sehr häufig. Kennzeichnend für diese Pflanzenart ist die enorme Verkürzung der Internodien unmittelbar über dem verdickten holzigen Wurzelstock, wo man anstatt wirklicher Äste nur stummelartige Astansätze findet, so dass die verlängerten Blütenstiele unmittelbar aus der Wurzel oder aus einer Art von unechter Blattrosette zu entspringen scheinen. In dem Maße aber als sich die Pflanze dem compacten felsigen Kalkboden und den Felswänden (bei südseitiger Position) nähert, sieht man die Internodien sich strecken; wo sie als förmliche Felsbewohnerin auftritt, da sind dieselben oben 8 bis 15 cm., bisweilen sogar 20 cm. lang, und ich beobachtete öfter schon am südlichen Fuße der Karavanken bei Lengenfeld Exemplare mit vier Internodien, von denen das unterste 3—4 cm., das folgende 5—8, das nächste 8—12 und das oberste 12—15 cm. lang war, so dass der Stengel eine Höhe von 28—39 cm. hatte. Diese extreme hochwachsende, gleichsam auseinander gezogene ein- bis zweifach verästelte Form ist von der *Sc. gramuntia* der wärmeren Regionen des Mittelmeer-Gebietes nicht im mindesten verschieden.

Eine ähnliche Umgestaltung erleidet *Scabiosa lucida* L. in den Thälern des alpinen Quellgebietes der Save. In ihrer Normalform ist die Pflanze in den Ostalpen eine Bewohnerin der Krummholzregion von 1800 bis 2100 m., wo sie nur mit sehr verkürzten Internodien und kahlen glänzenden Blättern, die eine förmliche den Boden berührende Rosette bilden, auftritt. Je tiefer unten jedoch die Pflanze erscheint, desto länger sind ihre unteren Internodien, so dass sich die Blattrosette alsdann 8 bis 15 cm. hoch über den Boden erhebt. In den wärmeren Alpenthälern bei 800—900 m. zeigen sich nicht selten an dem obersten Internodium Rudimente einer Verzweigung, indem daselbst zwei kurze kreuzständige Astansätze sichtbar werden; auch pflegt die Pflanze da nicht mehr kahl, sondern vielmehr sammthaarig zu sein. Eine noch weiter gehende Umgestaltung erfährt *Sc. lucida* auf den niederen warmen, mit Reben bepflanzten Anhöhen des untersteierischen Berglandes bei 250 bis 400 m. abs. Höhe (auf

---

1) Una passeggiata alle Alpi Carniche. Bolletino delle scienze naturali Nr. 4, Annata IV.

Kalkboden), denn hier ist sie nicht nur ganz sammthaarig, sondern auch an den oberen Internodien ein- oder zweifach stark verästelt, mit 20 bis 35 cm. hohem Stengel.

Während die echt alpine *Sc. lucida* im botanischen Garten zu Graz, wo sie mehrere Jahre lang cultivirt, sich noch gar nicht verändert hat, schon gegen den 7. Juni zur Blüte gelangt und anfangs Juli schon verblüht ist, beginnt bei der metamorphosirten Pflanze an den Südabhängen des Humberges bei Tüffer (250—300 m.) die Anthese erst gegen die Mitte des August, also mehr als 2 Monate später, und sogar ca. 8 Tage später als bei *Sc. lucida* am Hochlantsch bei 1600 m. Die Pflanze zeigt demnach bei Tüffer in hohem Grade negativen Serotinismus. Alle Wärme, welche sie hier über jenes Maß, das ihr in den Alpen zukommt, empfängt, dient nur zu einer vollkommeneren Ausbildung und Verholzung der Axentheile, wobei sie nicht einmal jene Blütezeit einhalten kann wie in den Alpen, sondern um mehrere Tage später die ersten Blütenknospen öffnet; was wir uns nur dadurch erklären können, dass jenes Wärmemaß, dessen die Pflanze bei Tüffer theilhaftig wird, weit über das Optimum der *Sc. lucida* reicht.

Schon N. T. Host hat diese charakteristische Abänderung der *Sc. lucida*, welche den wärmeren Alpenthälern und namentlich dem gebirgigen Vorland der Alpen in Krain und im benachbarten Untersteier eigen ist, als selbständige Art unterschieden und *Sc. Hladnikiana* genannt. Die Übergänge dieser letzteren in *Sc. lucida* sind so zahlreich und verlaufen so unmerklich in einander, dass Niemand eine Grenze zwischen beiden Arten nachzuweisen vermöchte. Zudem sind die Übergänge stets mit den Übergangsstufen der Boden- und luftklimatischen Verhältnisse aufs innigste verknüpft, mit ihnen gewissermaßen parallel. Darum kann ich, wenn auch von ihrer specifischen Verschiedenheit überzeugt, die beiden Arten doch nur als von einem gemeinschaftlichen Stamme ausgehende, durch das Klima (im weiteren Sinne) differenzirte Formen betrachten.

Im Gegensatze zu der Collectivspecies *Sc. lucida* zeigt *Silene inflata*, soviel mir bekannt ist (in den südöstlichen Kalk- und Dolomitalpen und den sie umgebenden Niederungen ganz sicher) das entgegengesetzte Verhalten zu den Jahreszeiten. Sie entwickelt ihre ersten Blüten in den Thälern, namentlich auf fruchtbarem Erdreich über dem zersetzten Porphyr — z. B. im Kaltwassergraben zwischen Tarvis und Raibl — bei 860 m. erst gegen Ende Juli, während sie auf dem Kalk- und Dolomitschutt 300 bis 600 m. höher um diese Zeit in voller Blüte steht oder bereits reife Früchte trägt.

Hat auch unzweifelhaft die vollständigere Insolation in den höheren Lagen einen fördernden Einfluss auf die Entwicklung der Blüten, so möchte ich es doch keineswegs diesem Umstand allein zuschreiben, wenn die phänologische Differenz einen so beträchtlichen Werth annimmt, da auch bei ganz freier Lage und selbst bei enormer Neigung des Terrains gegen die

Sonne die Entwicklung und Entfaltung der Blüten in den Niederungen nicht wesentlich beschleunigt wird. Dagegen bemerkt man, dass die Pflanze früher blüht und ihre Früchte reift, wenn sie auf tiefgründigem Dolomitsand und Schutt steht, den im Frühjahr bis Mitte Juni von oben herab sickerndes eiskaltes Wasser durchrieselt. Allerdings besitzt *S. inflata* an solchen Standorten eine merklich andere Tracht: der Wurzelstock ist vielköpfig, die Blütenstengel sind sammt den nicht blühenden Stolonen niedergestreckt, verkürzt, buschig zusammengedrängt, nur mit ihren Spitzen emporgerichtet, 1—3blütig; die Blätter erscheinen verkürzt, verkehrt eilanzettlich, kurz zugespitzt, steif und stark glaucescirend, am knorpeligen Rand mit dicht stehenden sehr deutlichen Zähnchen besetzt. Die Adern des Kelches sind deutlich und scharf umgrenzt.

Diese Charaktere treten um so entschiedener hervor, je höher wir der Pflanze begegnen, aber unter besonders ausgezeichneten heterothermischen Bodenverhältnissen, wie im oberen Savethal oder im Quellgebiete des Tagliamento können wir sie schon bei 650 m. antreffen. In solcher Gestalt ist die Pflanze längst schon als *S. alpina* Lam. (sub *Cucubalo*) bekannt. Im botanischen Garten zu Graz hält sie sich, seit ein paar Jahren aus Samen gezogen, constant.

Stellt man eine *S. inflata*, wie ich sie an der oben angeführten Stelle sah, einer *S. alpina* vergleichend gegenüber, so kann man nicht begreifen, wie es Jemandem einfallen könnte, beide in einer Species zu vereinigen; denn alles findet sich bei *S. alpina*, was nach den Grundsätzen einer vernünftigen Systematik zunächst von einer »echten« Species verlangt werden soll: ein scharf ausgesprochener Habitus, in Worten leicht ausdrückbare Kennzeichen an Blättern und Blüten, eine Verschiedenheit in der Zeit der Anthese unter gleichen luftklimatischen Verhältnissen und selbst eine gewisse Beständigkeit in der Cultur, soweit ein nur über wenige Jahre ausgedehnter Anbau der Pflanze maßgebend ist. Aber — wird man fragen — bildet sie keine Übergänge zur eigentlichen *S. inflata*? Darauf wird allerdings Niemand, der die Pflanze selbst in den Alpen beobachtet hat, eine verneinende Antwort geben können, denn dieselbe verwandelt sich notorisch ganz allmählich in gemeine *S. inflata* in den unteren Regionen; auch wird man solche Übergänge nicht als hybride Zwischenformen betrachten dürfen, da sie von der Natur des Bodens abhängig sind und ebenso vielen Abstufungen oder Graduationen vom ausgeprägt heterothermischen bis zum normalen Untergrund entsprechen.

Ist demnach der Systematiker berechtigt die alpine Form der Pflanze von der normalen specifisch zu trennen? Meines Erachtens liegt es im Interesse der Botanik als fortschreitender und sich vervollkommnender Wissenschaft, auf einen Begriff, der seiner Natur nach je nach dem Stande unserer objectiven Kenntnisse veränderlich ist — denn wer möchte dies

vom Artbegriff bezweifeln — kein förmliches System zu gründen, weil der Wissenschaft alsdann früher oder später die Arbeit der Penelope nicht erspart bliebe.

Wer an der älteren Anschauung festhält, dass zwei Pflanzenformen nicht als Arten oder Species zu betrachten sind, sobald sich Übergänge (nicht hybrider Natur) zwischen ihnen nachweisen lassen, muss in einem vorkommenden Falle mindestens einen ganzen Welttheil durchforschen, um genau zu constatiren, ob solche vorhanden sind oder nicht. Hat Jemand eine Form entdeckt, welche einer anerkannten weit verbreiteten Art nächst verwandt, aber von ihr so weit verschieden ist, dass es wünschenswerth erscheint sie genauer zu charakterisiren; so wäre es ein arger Verstoß gegen die Consequenz des angenommenen Princips, ihr sofort das Artrecht zu verleihen; denn es könnte doch irgendwo, vielleicht weit unten in der Türkei Übergänge zur Normalform geben. Lieber jedoch als die ganze Türkei zu durchmustern, wird der Entdecker der noch nicht beschriebenen Form, nachdem es sich herausgestellt hat, dass wenigstens in der Nähe der bekannten Fundorte keine Übergänge vorkommen, dieselbe bona fide als Art beschreiben und dieses Unterfangen mit der Bemerkung rechtfertigen, dass seines Wissens Übergänge zur nächst verwandten Form nirgends gefunden wurden. Nun kommt nach vielen Jahren ein kundiger Botaniker in den Balkan und siehe da, der Schöpfer der obigen »Art« hatte eine unrichtige Voraussetzung gemacht, seine »Species« verdient doch eigentlich nur als Var. α oder β der weitverbreiteten anerkannten Art angehängt zu werden. Und mit wie vielen Species, und sogar solchen, die schon mehr als ein halbes Jahrhundert in den botanischen Büchern stehen, müsste man dasselbe thun!

Nach dem heutigen Stande unseres Wissens ist es mindestens wahrscheinlich, dass wenn gegenwärtig nicht mehr Übergangsformen zwischen zwei im Systeme nächst befindlichen Arten bestehen, welche doch in der Vorzeit bestanden haben. Diese Wahrscheinlichkeit, und sei sie auch nur eine entfernte Möglichkeit, muss ein Jeder im Auge behalten, der überzeugt ist, dass die botanische Wissenschaft (soll sie den Titel einer Forschung verdienen) nicht beständig auf einem Punkt verbleiben könne. Alsdann aber möge er nicht nach »Übergängen« fragen, es sei denn um den Sachverhalt festzustellen, der nur mehr für die Geschichte der Formentwicklung der Pflanze, nicht aber für den Artbegriff von Belang ist. Ich glaube daher, dass der Systematiker heutzutage seine Aufgabe am richtigsten auffasst und am besten durchführt, wenn er sich den von dem Herausgeber der »Flora exsiccata austro-hungarica« befolgten Grundsätzen anschließt. [1])

1) In drastischer und zugleich sehr belehrender Weise schildert Prof. KERNER die Inconsequenzen der älteren Anschauungsweise in der Abhandlung »Gute und schlechte Arten« (Österr. botan. Zeitschr. 1865).

In mehr als einer Beziehung gleicht *Dianthus Sternbergii* Sieb. (*D. Waldsteinii* Sternb.) der eben beschriebenen *Silene alpina*. Diese und die gemeine *S. inflata* mit aufrechten, vielblütigen Stengeln, weichen lanzettlichen, lang zugespitzten, nur wenig glaucescirenden Blättern und kleineren Blüten sind die Extreme einer vielgliedrigen Formenreihe, gleichwie es *D. monspessulanus* und *D. Sternbergii* ihrerseits sind, ersterer in seiner hochstengeligen, aber schmächtigen, vielblütigen Form des küstenländischen und norditalischen Hügellandes, letzterer in seiner stark verkürzten einblütigen Form des dolomitischen Alpenlandes.

Aber ein phylogenetischer Zusammenhang zwischen den beiden Endgliedern ergiebt sich nicht sofort aus einer vergleichenden Aneinanderreihung der zahlreichen Übergangsformen, sondern erst aus einer genauen Beobachtung ihres Vorkommens, insbesondere der calorischen Einflüsse des Bodens, welche auf die Gestaltung der Pflanze einwirken. Meine bisherigen Beobachtungen bezüglich dieser schönen großblütigen Alpennelke erstrecken sich auf das dolomitische Gebirgsland an der oberen Save bei Lengenfeld, an der Feistritz von Mojstrana bis an den nördlichen Fuß des Triglav und an der Fella, welche zum Quellgebiet des Tagliamento gehört. Auch im Raiblthal kommt *D. Sternbergii* vor und zwar ungemein häufig am westlichen Bergabhang längs der Predilstraße, so wie auch am Fuße des Fünfspitz, wo ich die Pflanze mehrere Jahre in allen Stadien der Entwicklung sah. In den unteren Regionen ist dieselbe (von 600 bis 1000 m.) ausschließlich an sehr heterothermischen, aus Dolomitschutt oder Sand bestehenden Untergrund angewiesen, von 1300 m. an findet man sie jedoch auch auf compactem Fels, so z. B. am Triglav bei 2000 m. Herr Dr. Marchesetti (l. c.) giebt *D. Sternbergii* auch für den Vishberg an.

Unter der Pflanze dieses Namens verstehe ich eine einblütige stark glaucescente Form mit sperrig abstehenden, sehr steifen und schmalen Blättern der Stolonen und mehr oder weniger verkürzten schaftähnlichen Stengeln, die nur 3 oder 4 Internodien haben; die 2- bis 7blütige robuste und compactere, weniger glaucescente Form mit 6—8gliedrigem, 20—50 cm. hohem Stengel und weicheren, nicht so schmalen Blättern möchte ich dagegen noch zu *D. monspessulanus* ziehen, als Var. *compacta*, denn sie erinnert durch den Geruch der Blüten viel mehr an den *D. monspessulanus* des italischen Hügellandes als an *D. Sternbergii* (der so wie *D. arenarius* riecht) und die Anthese beginnt im subalpinen Luftklima (in den südlichen Alpenthälern von 500 bis 650 m.) erst im August, wie es dem *D. monspessulanus*, da er notorisch beim Eindringen ins Alpenland positiven Serotinismus annimmt, auch vollkommen entspricht. *D. Sternbergii* entwickelt seine Blüten bei 650—700 m. schon im Juni oder gegen Anfang Juli und blüht in Höhen von 1700 bis 2000 m. im August, zu gleicher Zeit wie *D. monspessulanus* var. *compacta* in den Thälern bei 500 bis 650 m. Die schlanke zierliche Form (var. *gracilis*) des italischen Kastanienklimas,

z. B. im Wippachthal, beginnt schon gegen Ende Mai zu blühen. Bei Krainburg an der Save (420 m.) tritt die Anthese zwischen dem 15. und 20. Juli ein, bei Lengenfeld (650 m.) mit Beginn des August: hier so wie am südlichen Fuße der Alpe Zaplata an der Kanker und an der Flitscher Klause im Görzischen Alpenland (bei ca. 500 m.), aber auch am S. Valentini-Berg (bei 500 m.) am Eintritt des Isonzo in die Ebene kenne ich die Pflanze nur als Var. *compacta*, die von manchen Botanikern für *D. Waldsteinii* Sternb. gehalten wird und von mir in früherer Zeit auch dafür gehalten wurde.

Von Interesse scheint mir das nachbarliche Verhalten der beiden Nelken insbesondere dort zu sein, wo die luft- und bodenklimatischen Einflüsse in einander übergehen, wie z. B. im Thale der Fella bei Chiusa. Dort sah ich vorigen Sommer bei 400 m., nur 8 oder 9 km. unterhalb Pontebba, beide im engsten Raume beisammen, allein es war mir auch bei genauerem Anschauen mehrerer Exemplare nicht möglich zu entscheiden, ob ich es mit *D. Sternbergii* oder mit einem *D. monspessulanus* zu thun hatte. Einige Exemplare hatten mitunter mehr vom ersteren, andere mehr vom letzteren. Ganz sicher konnte ich aber annehmen, dass es keine hybride Kreuzungsformen waren, sondern Gestaltungen e i n e s Urtypus, bedingt theils durch luft-, theils durch bodenklimatische Verhältnisse.

Eine ähnliche Beobachtung machte Dr. Marchesetti (l. c. pag. 4) zwischen Venzone und Gemona auf dem sogen. Rivi Bianchi, d. i. einer enormen Ablagerung von Gebirgsschutt, welche sich von den Abhängen des Monte del Sole bis zum Bette des Tagliamento erstreckt. Dieser Schutt hat eine beträchtliche Mächtigkeit und besitzt, von dem unten durchsickernden Wasser geschoben, eine allmählich fortschreitende Bewegung nach abwärts, was eine beständige Regulirung und Ausbesserung der Straße, welche darüber erbaut ist, nöthig macht. Hier begegnete man auch den größten Schwierigkeiten bei der Anlegung der Eisenbahn: wahrhaft großartige Arbeiten waren erforderlich, um die Pfeiler, welche den sehr langen Viaduct tragen sollten, hinreichend tief zu versenken. Diese weite Fläche, nackt und weiß wie ein Schneefeld, contrastirt in seltsamer Weise gegen die grünende Landschaft in der Umgebung. Kümmerlich, dass es mitunter schwer wird sie zu erkennen, sind die wenigen Pflanzen, welche hin und wieder zwischen dem Gestein hervorschauen: doch wird der Einfluss dieser außerordentlichen Sterilität des Bodens nur bei jenen Arten, welche zur Flora des Thales gehören, bemerkbar, während die von den alpinen Höhen herabgelangten kaum darunter zu leiden scheinen. So erscheinen insbesondere *Centaurea cristata*, *Seseli glaucum*, *Epilobium Dodonaei* und *Dianthus monspessulanus* stark zusammengezogen und förmlich an den Boden angedrückt, auf ein Minimum der Größe reducirt; *Aquilegia Bauhini* (*A. pyrenaica* Koch, *A. Einseleana* F. Schultz), *Matthiola varia*, *Silene alpestris* und *quadrifida*, *Möhringia polygonoides*, *Cerastium ovatum*, *Cytisus radiatus*, *Potentilla alpestris*, *Dryas octopetala*, *Saxifraga caesia* und *aizoides*,

Adenostyles alpina, Phyteuma orbiculare, Linaria alpina, Tofjeldia calyculata dagegen gedeihen nicht weniger gut und zeigen dieselbe Physiognomie wie in ihren heimathlichen Alpenregionen, wiewohl die Elevation der Schuttfläche nicht mehr als 200—300 m. über dem Meere beträgt. Diese Alpinen ändern hier ihren Habitus nicht, weil sie daselbst die gleichen bodenklimatischen Factoren antreffen, wie in den oberen Regionen des Gebirges: denn ihre Wurzeln berühren eine Bodenschicht, welche zur Zeit des Frühjahrstriebes noch eiskalt ist, was bei den Thalpflanzen, die an solche Kälte im Boden nicht gewöhnt sind, jene Änderung der Tracht und auch anderer Eigenschaften in dem Sinne herbeiführt, als ob sie aus Höhen von 1700—2000 m. stammen würden.

Am nördlichen Fuße des Jerebikóuz bei Lengenfeld entwickelt ein und derselbe Pflanzenstock von *D. Sternbergii* im Laufe des Sommers zweierlei Blütenstengel: im Juni, so lange der kiesige, von herabsickerndem Schneewasser imprägnirte Boden in der Tiefe der Wurzelspitzen noch eiskalt ist, kurze am Grunde niederliegende Stengel mit nur 3 oder 4 längeren emporgerichteten Internodien, im Juli und August dagegen mehr aufrechte, stärker beblätterte Stengel mit 7 größeren Internodien, wodurch die Pflanze im Wuchs dem *D. monspessulanus* ziemlich ähnlich wird. Allerdings sind Augustblüten bei *D. Sternbergii* in so geringer Seehöhe selten und als eine Ausnahme von der Regel zu betrachten.

Als ich den verflossenen Sommer die Fundorte dieser Pflanze bei Raibl (880—900 m) besuchte, fiel es mir auf, dass dieselbe nur sehr kurze Stengel getrieben hatte; hin und wieder traf ich beinahe stengellose Exemplare, und ich war doch gewöhnt dort in früheren Jahren 15—20 cm., sogar 25 cm. hohe zu sehen; die meisten waren diesmal nur 10—14 cm., manche erreichten gar nur 6—9 cm. und wieder andere waren noch niedriger, dagegen 15—17 cm. hohe eine Seltenheit. Allgemein waren die Blätter an den Stengeln sehr verkürzt, beinahe oder auch ganz bracteenartig, wie man sie sonst nur bei Exemplaren in 1700—2000 m. Seehöhe beobachtet. Auch hatten in früheren Jahren die Stengel mehr Internodien, diesmal nur 3 bis 4, hin und wieder nur 2 deutlich sichtbare, indem die untersten bis zur Unkenntlichkeit verkürzt waren. Ich wüsste diese Erscheinung nicht anders zu deuten, als indem ich sie mit den Wärmeverhältnissen des vorausgegangenen Juni in Verbindung bringe: der Anfang des Sommers 1883, d. i. das letzte Drittel des Juni war auch in den Südostalpen ungewöhnlich warm, indem die Temperatur schon in den ersten Wochen dieses Monats rapid gestiegen war. Diese frühzeitige Wärme hatte den Stengeltrieb der Nelke früher geweckt, als sich der Boden in der Tiefe der weit hinabreichenden Wurzeln auf den normalen Grad erwärmt hatte, was auch eine sehr beträchtliche Temperaturdifferenz zwischen der Oberfläche und derjenigen Bodenschicht, in welche die Wurzelspitzen reichten, bedingte.

In Analogie mit der bei *Silene inflata* beobachteten Erscheinung halte

ich diesen Umstand für jenen wirksamen Factor, dem einerseits die Umwandlung des *D. Sternbergii* f. *elatior* in die f. *subacaulis*, anderseits die Reduction der Entwicklungszeit zugeschrieben werden muss; ich halte es aber auch für sehr wahrscheinlich, dass die Glaucescenz der Nelke durch dieselbe Ursache inducirt wurde, denn der Übergang von *D. Sternbergii* var. *elatior* in die compactere Form des *D. monspessulanus* ist überall dort wo der Untergrund in seinen thermischen Eigenschaften eine Mischlingsnatur hat, ein sehr allmählicher; tiefer unten in den Niederungen, z. B. bei Radmannsdorf (500 m.), am Fuße der Alpe Zaplata an der Kanker, bei Krainburg an der Save (420 m.), verwandelt sich *D. monspessulanus* var. *compacta* in die schmächtigere, aber nicht glaucescirende f. *gracilis*, aber auch da ist nirgends eine bestimmte Grenze zwischen der einen und der anderen nachweisbar. *D. Sternbergii* und *D. monspessulanus* var. *compacta* haben seegrün bereifte Kelche und Kelchschuppen, die meist etwas röthlich angelaufen sind; in der Zahl und gegenseitigen Länge der letzteren (unter sich und im Vergleich mit dem Kelche) kann ich zwischen den beiden Formen keine constanten Unterschiede finden. — Die beiden Abänderungen: f. *compacta* und f. *gracilis* bieten, wenn man sie in der Continuität ihres Vorkommens und ihrer Charaktere betrachtet, keinen Anhaltspunkt zu einer sicheren Unterscheidung: es handelt sich eben nur um ein mehr oder weniger.

Im Allgemeinen möchte ich sagen, dass *D. Sternbergii* durch starke Glaucescenz und Einblütigkeit bei beträchtlicher Reduction der Axentheile und der Entwicklungszeit gegenüber dem *D. monspessulanus*, der dem mediterranen Klima (II. und III. Zone) angehört, ausgezeichnet ist. Tritt letzterer in die IV. Zone der Alpenthäler ein, so erleidet er eine Metamorphose, indem er sich Glaucescenz aneignet und compacter wird, bis er bei weiterem Vorschreiten bis zu den Schutthalden und Sandbänken der dolomitischen Gebirge endlich jene Stellen erreicht, wo seine tief eindringenden Wurzeln im Frühjahr eiskaltes Wasser berühren: hier vervollständigt sich die Metamorphose bis zu einer völligen Umprägung der Form, da nun nicht nur die Tracht der Pflanze, sondern auch die Entwicklungszeit und der Geruch der Blüten eine totale Änderung erfahren; die Entwicklungsdauer gegenüber der ursprünglichen, sich verspätenden Form wird von da an mit zunehmender Reduction der Axentheile nicht nur nicht größer, sondern auffallend geringer. Dass aber *D. Sternbergii* eine Tochterart des *D. monspessulanus* ist und nicht umgekehrt der letztere vom ersteren abgeleitet werden kann, für diese Annahme findet sich ein hinreichender Grund in der beschränkten Verbreitung des *D. Sternbergii* und auch in dem geologisch geringen Alter seines Wohngebietes, welches beweglicher und sehr dem Wechsel ausgesetzter Alluvialboden ist.

So können also Localitäten wie die erwähnten Rivi Bianchi unterhalb Venzone, die Schutthalden unter dem Jerebikóuz, die Sand- und Schuttbänke von Raibl etc. etc. gewissermaßen als kleine recente Schöpfungs-

herde betrachtet werden, wo eine beständige, wenn auch nicht jedem Beobachter auffällige Abänderung der aus wärmeren Zonen anrückenden Pflanzenarten stattfindet und zwar in dem Sinne, dass die so entstehenden neuen Formen direct von den höheren Alpenregionen angekommen zu sein scheinen. Wohl hat dieser Process für unzählige Arten schon vor der Diluvialperiode begonnen, allein es kommen in Folge der unausgesetzten Wanderung der Pflanzen und durch die allmähliche Verschiebung der Floren nach und nach auch andere Arten in das Bereich der oben geschilderten physikalischen Factoren.

Nun möge man nicht glauben, dass sich die Wirkung eines bis zum Extrem heterothermischen Bodens stets in einer Reduction der Axentheile der Pflanze oder in einer Änderung der sichtbaren Charaktere derselben zeigen müsse: die Arten verhalten sich solchen physikalischen Agentien gegenüber sehr verschieden, bei *Parnassia palustris* z. B. bewirkt auch der stärkste mir bekannte Gegensatz zwischen der Temperatur in der Tiefe der Wurzeln und an der Oberfläche nur eine Verkürzung der Entwicklungsperiode, eine Formänderung konnte ich auf keinen Fall constatiren.

Auf einem kleinen Wiesenmoor an der Eisenbahn unterhalb Lengenfeld steht *Parnassia palustris* schon anfangs Juli in Blüte und blüht bis gegen die Mitte des Monats August; mit ihr wachsen zugleich *Pinguicula alpina*, *Selaginella spinulosa*, *Primula farinosa*, *Adenostyles alpina*, *Astrantia carniolica* und noch mehrere andere gemeinere Arten auf dem Moorsumpf, der von 8 kalten Quellen durchrieselt wird, deren Temperatur im Hochsommer 7° C. beträgt. Der schwarze Humus erwärmt sich allerdings an der Oberfläche stark, aber schon 5 cm. tief fand ich nahe beim Wasser die Temperatur nur 10° und gerade da stand am 18. Juli des vorigen Sommers ein Exemplar der *Parnassia* mit halbreifer Frucht. An den sumpfigen Quellen am Südabhang ca. 50 m. höher gelangt die *Parnassia* erst 5 Wochen später zur Blüte, wiewohl die Temperatur des sumpfigen Bodens in der Tiefe der Wurzeln 8 bis 9° höher ist und derselbe zu jeder Zeit im Sommer mit Wasser reichlich durchtränkt ist. Um dieselbe Zeit (anfangs August) beginnt die Pflanze an den warmen sonnig gelegenen Ackerrainen zu blühen, 4 oder 5 Tage später erscheinen die ersten Blüten derselben an den schattigen, kühl feuchten Grasplätzen in Gemeinschaft des *Rhododendron* (von 700 bis 1000 m.), und gegen den 24. August an den wärmsten südseitig gelegenen felsigen Localitäten bei 650 m. (mit *Molinia coerulea*). Um die Mitte dieses Monats begann die *Parnassia* bei Chiusa (408 m.) an der Pontebbastraße zu blühen.

Wie man sieht, nützt der Parnassie ein gewisses plus der Wärme, welches sich bei zahlreichen anderen Thallandpflanzen als sehr förderlich erweisen würde, nicht nur gar nichts, sondern bewirkt auch eine beträchtliche Verzögerung der Blütenentwicklung, auch wenn es der Pflanze nie an Wasser fehlt. Ich fand übrigens die Parnassie an felsigen sonniggele-

genen Stellen, wo *Ostrya* und *Ornus* (bei Lengenfeld) gedeihen, hin und wieder ebenso massenhaft und kräftig entwickelt wie am obigen Moorsumpf, nur beträgt die phänologische Differenz der Anthese für diese beiden Extreme des Vorkommens volle 7 Wochen. So früh wie auf jenem Moorsumpf habe ich bisher noch nirgends *Parnassia* blühen gesehen: ich muss also annehmen, dass der so beträchtliche Temperaturgegensatz zwischen der Oberfläche und derjenigen Bodenschicht, bis zu welcher die Wurzelspitzen reichen (im Hochsommer beträgt er 20 bis 25°) auf die Blütenentwicklung den förderlichsten Einfluss ausübt; während sich aber unten nur ein niedriger Temperaturgrad bethätigt, erscheint oben auch das Licht wirksam und es wäre sicher übertrieben, der bloßen Temperaturdifferenz an und für sich alles das zuzuschreiben: einen Beweis dafür sehen wir ja in der verspäteten Anthese dort wo der Standort schattig ist. Gewiss ist doch die Parnassie eine der, was Bodentemperatur anbelangt, genügsamsten Pflanzen, denn eine Temperatur, welche in der Tiefe der Wurzelspitzen im Sommer 8 oder 10° überschreitet, bringt keine Beschleunigung mehr hervor, und ein plus von 8 bis 9° bewirkt eine Retardation der Anthese von mindestens 5 Wochen (bei gleicher freier Insolation). Jene sonnig gelegenen warmen Standorte werden daher richtiger als secundäre anzusehen sein, da es wenig wahrscheinlich ist, dass die Pflanze sich als Art ursprünglich unter Localverhältnissen ausgebildet hätte, die ihre Entwicklung hemmen und verzögern; die Parnassie dürfte sich vielmehr erst nachträglich, bei weiterer Verbreitung, die Fähigkeit angeeignet haben, auch auf trockenem warmem Boden zu gedeihen, wo ihre Anthese 7 bis 8 Wochen später beginnt als auf kalten Moorgründen.

Fassen wir die Wirkungen eines bis zum Extrem heterothermischen freigelegenen und daher der völligen Insolation ausgesetzten Bodens auf die Pflanze im subalpinen Luftklima kurz und übersichtlich zusammen, so lässt sich sagen, dass sie hauptsächlich bestehen:

1) In einem nach abwärts gerichteten — epinastischen[1]) — Wachstum: beobachtet an Fichten, Lärchen u. a. Bäumen, deren untere dem Boden genäherte Äste auf sehr heterothermischem Untergrund außerordentlich stark herabgeneigt sind; *Asperula longiflora*, *Anthyllis*, *Dorycnium* u. a.

2) In einer auffallenden Verkürzung der Internodien und Axentheile überhaupt, was in Verbindung mit der epinastischen Wirkung einen gedrungenen, zwerghaften, bei Lignosen mughusartigen Wuchs bedingt: Wachholder, Fichte, Lärche, beobachtet wurde dies auch an den perennirenden Stauden: *Scabiosa columbaria*, *Polygala vulgaris*, *Anthyllis*, *Dianthus monspessulanus*, *Silene inflata*.

1) Mit diesem Worte möge zunächst nur eine Richtung gegen die Erde bezeichnet sein, was man auch mit dem Worte »geopetal« passend ausdrücken könnte.

3) In einer Tendenz zu rosettenartiger Ausbildung der unteren Stengelblätter, während die oberen bracteenartig verkümmert erscheinen, so dass der Stengel mehr oder weniger schaftförmig wird: *Hieracium villosum*, *Dianthus monspessulanus*.

4) In der Induction der Glaucescenz: Fichte, Lärche, gemeine Kiefer, *D. monspessulanus;* auch bei *Silene inflata* und mehreren Hieracien ist dieser Effect sehr kenntlich.

5) In einer Reduction d. i. Verkürzung der Entwicklungszeit: *Parnassia*, *Dianth. monspessulanus*, *Silene inflata, Scabiosa columbaria*, *Sc. lucida.*

Wenn nun im Quellgebiete des Isonzo, der oberen Save und des Tagliamento Arten der Krummholzregion stellenweise in den Thälern von 900 bis 300 m. herab erscheinen und dieses so ungewöhnlich tiefe Vorkommen von Alpenpflanzen durch die heterothermische Natur des Bodens und des Untergrundes bedingt wird, sollte das nicht genügen, uns das Auftreten von *Dryas octopetala, Globularia nudicaulis*, *Anemone narcissiflora*, *vernalis* und *alpina*, *Arenaria ciliata* u. a. in den mittleren und des *Arctostaphylos officinalis* in den unteren Regionen der spanischen Pyrenäen zu erklären? Sind solche Localitäten wie die erwähnten Rivi Bianchi, die dolomitischen Thalgehänge von Raibl, die niederen Berganschwellungen am Fuße der Stóu-Alpe in Oberkrain (wo sich *Dryas* mit *Rhododendron* und *Primula Wulfeniana* Schott auf Dolomitsand bei 560 m. in großer Menge vorfindet), die Schutthalden unter dem Jerebikóuz, die Sand- und Schuttmoränen an der Koritenza (Zufluss des Isonzo, daselbst bei 700 m. *Saxifraga aizoides, squarrosa* und *Burseriana* neben *Rhododendron hirsutum* sehr häufig) gewissermaßen kleine Oasen echt alpiner Vegetation mitten in einem Gebirgsland, das sonst auf gleicher Höhe nur Arten der V. und VI. Zone berherbergt; so dürfte es sich mit dem Vorkommen obiger Hochgebirgspflanzen in der montanen und subalpinen Region der spanischen Pyrenäen vielleicht nicht anders verhalten. Ist alsdann die Heranziehung von Niveauveränderungen zur Erklärung solcher pflanzengeographischer Anomalien (man vergl. IV. Bd. 1883, p. 285 ff.) nicht überflüssig? Hiezu habe ich nach neuerlicher Prüfung dieser Frage zu bemerken, dass von jenen Arten nur *Dryas* und *Arctostaphylos* in den südöstlichen Alpen stellenweise so tief gefunden werden, dass aber die *Dryas* sonst in denselben Alpengegenden bis 2500 m. hinauf vorkommt, also auch den wirklichen Hochalpenregionen nicht fehlt, *Globularia nudicaulis*, *Gentiana pumila*, *Arenaria ciliata*, *Campanula pusilla* und *C. Scheuchzeri*, *Anemone narcissiflora* und *alpina* dagegen nicht tiefer als 1600 m. gehen, es sei denn nur sehr vereinzelt und ausnahmsweise (letzteres ist noch am ehesten bei *Anemone alpina* möglich). Auf jeden Fall wären sowohl bezüglich der Identität der obigen Arten als

auch bezüglich ihrer Verbreitung in den spanischen Pyrenäen noch genauere Nachforschungen zu pflegen.

Dass es in den Pyrenäen an solchen Localitäten, welche in Bezug auf die geothermischen Eigenschaften des Bodens denen der südöstlichen Kalk- und Dolomitalpen gleichen, da oder dort nicht fehlen dürfte, ist in Anbetracht dieses den Alpen an Ausdehnung nicht viel nachstehenden Gebirgssystems sehr wahrscheinlich, aber ebenso kann man natürlich auch das Vorhandensein von Gebirgsgegenden voraussetzen, welche hinsichtlich ihrer homothermischen Bodenbeschaffenheit mit den Thälern der wallisischen und piemontesischen Alpen vergleichbar sind. Daraufhin deutet meines Erachtens das Vorkommen von *Quercus* f. *fastigiata*, welche in der Kastanienzone am Ortasee in gleicher Weise wie auch in den Thälern der spanischen Pyrenäen (neben *Q. pedunculata* f. *fastigiata*) vorkommt, eine Eichenform, die uns durch ihren Wuchs an die Cypresse (*C. sempervirens*) erinnert, gleichwie die Pyramidenpappel, die Pyramidenulme, die Pyramideneibe u. a.

Es ist sicher auch nicht zufällig, wenn wir in den Gebirgen des Innern von Asien, so insbesondere an den Abhängen der gewaltigen Gebirgsmassen östlich von Samarkand, mehrerlei Bäume, die in den bei uns heimischen Formen einen ausgebreiteten, mitunter zwerghaften Wuchs zeigen, in der edlen aufstrebenden Cypressenform erblicken: das gilt selbst von der Silberpappel und dem kokanischen Wachholder (*J. kokanica*), der mit anderen Arten dieser Gattung dort nicht nur überhaupt Baumgröße, sondern auch 4—10 m. Höhe erreicht[1]. Zu mehreren Arten von *Juniperus* lässt sich eine Zwergform — f. *nana* oder *humilis* — und eine Baumform — f. *arborescens* — nachweisen und stets ist von Natur aus die erstere auf heterothermischen, die letztere aber auf einen Boden angewiesen, in welchem der Gegensatz zwischen der Temperatur an der Oberfläche und in einer Tiefe von etlichen Metern oder Decimetern auch im Frühjahr nur gering ist. Den vollendeten Gegensatz zu den Thälern und den mit Schuttmoränen bedeckten Abhängen der südöstlichen Kalk- und Dolomitalpen bilden die meisten Gebirge Innerasiens, und ich möchte hier insbesondere auf jene von Kohistan zu beiden Seiten des Serafschanthals hinweisen, wo die Schneegrenze nur wenig tiefer steht als unter dem Äquator; dort steht auch (am Fān-darja, 144 Werst östlich von Samarkand) seit undenklichen Zeiten ein Steinkohlenlager in Brand, in Folge hoher Bodentemperatur, welche die Condensation des Sauerstoffs der Luft in der Kohle begünstigt. Selbst unter dem 43. Parallelgrade erscheint östlich vom Issykkul-See die Schneegrenze kaum 400 m. tiefer als in den äquatorialen Cordilleren Südamerikas. Ein Mangel an Niederschlägen ist die nächste Folge solcher

1) Man vergl. Dr. G. Capus: Das Jagnau-Thal und seine Bewohner. Petermann's Mittheilungen 29. Bd. 1883.

Bodenverhältnisse in den unteren Regionen, da die höhere Bodenwärme die Aufsaugung und Condensation der Wasserdünste durch den Boden verhindert, dann aber auch weil sie die rasche Verdunstung der wenigen Niederschläge beschleunigt.

Wie beträchtlich die Bodenwärme in jenen über den Thalalluvionen sich langsam erhebenden Gebirgsflächen sein muss, erhellt beispielsweise daraus, dass Dr. A. Regel 1878 unter 44 ° n. Br. 8 geogr. Meilen n. ö. von Kuldscha in einer Seehöhe von 1300—1400 m. den 24. März Crocus, Tulpen, Anemonen und Corydalis in Blüte fand. Offenbar muss daher, und zwar in Folge höherer Bodenwärme, der Winter daselbst milder sein als in dem 700 m. tiefer liegenden Thalbecken westlich von Kuldscha, wo vom December bis Ende Februar mit wenigen Unterbrechungen eine Kälte von —25 bis —30 ° C. herrscht (Peterm. Mitth. 1866 und 1879, p. 408). Nun genügen diese spärlichen und vagen Andeutungen allerdings nicht, den Einfluss der Bodenwärme auf die Richtung des Wachstums der Pflanzen zu beweisen: diese wichtige Frage verdient den Gegenstand eigener ausführlicherer Untersuchungen zu bilden, wozu einerseits die Schilderungen der Vegetation, welche die Herren Dr. Regel, Fedschenko, Przewalsky u. a. auf ihren mittelasiatischen Reisen beobachtet haben, andererseits die entsprechenden Höhenangaben und geognostischen Skizzen reichlichen Stoff liefern würden.
